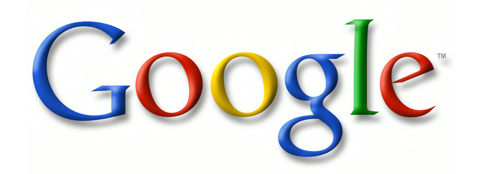
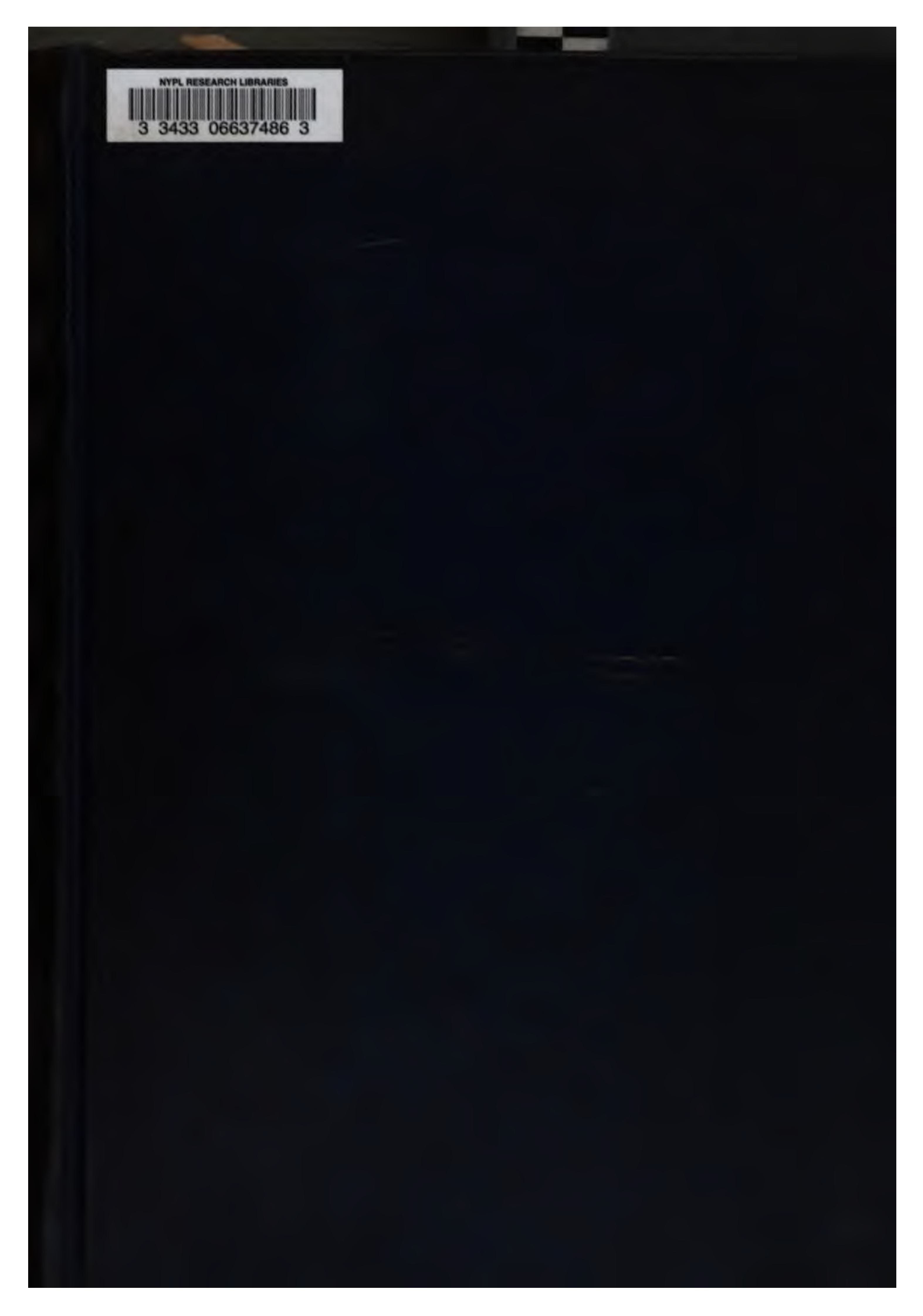







Handbuch

der

Elektrotechnik

bearbeitet von

Professor Dr. **H. Ebert**, München. — Ingenieur **H. Eisler**, Wien. — Professor Dr. **C. Heinke**, München. — Direktor **R. O. Heinrich**, Berlin. — Postinspektor **O. Jentsch**, Berlin. — Ingenieur **J. Jonas**, Cöln. — Oberingenieur **F. Jordan**, Bremen. — Professor Dr. **J. Kollert**, Chemnitz. — Chefelektriker Dr. **F. Niethammer**, Berlin. — Vorsteher des Telegraphen-Betriebsbureaus des Reichs-Postamts **J. Noebels**, Berlin. — Oberingenieur **Karl Pichelmayer**, Wien. — Professor Dr. **M. Reithoffer**, Wien. — Ingenieur **F. Ross**, Wien. — Postinspektor **A. Schluckebier**, Berlin. — Ingenieur **E. Schulz**, München. — Direktor Dr. **E. Sieg**, Kalk bei Cöln. — Professor Dr. **J. Teichmüller**, Karlsruhe, u. a.

herausgegeben von

Dr. C. Heinke

Professor der Elektrotechnik an der technischen Hochschule in München.

Zwölfter Band:

Telegraphie und Telephonie

von

J. Noebels,
Vorsteher des Telegraphen-Betriebsbureaus des Reichs-Postamts,

A. Schluckebier,
Kaiserlicher Postinspektor,

O. Jentsch,
Kaiserlicher Postinspektor.

Leipzig

Verlag von S. Hirzel

1901.

Telegraphie und Telephonie

Von

J. Noebels,
Vorsteher des Telegraphen-Betriebsbureaus des Reichs-Postamts,

A. Schluckebier,
Kaiserlicher Postinspektor,

O. Jentsch,
Kaiserlicher Postinspektor.

Mit 582 Abbildungen

Leipzig
Verlag von S. Hirzel
1901.

Druck von Fischer & Wittig in Leipzig.

Dem

Kaiserlichen Unterstaatssekretär im Reichs-Postamt

Herrn R. Sydow

in Ehrerbietung gewidmet

von

den Verfassern.

Vorwort.

Der vorliegende zwölfte Band des Handbuchs der Elektrotechnik behandelt die Verwendung der elektrischen Kraft im Dienste der Nachrichtenbeförderung — die sogenannte Schwachstromtechnik. Auf dem Gebiete der Telegraphie und Telephonie hat im letzten Jahrzehnt in nicht geringerem Maasse als in den anderen Zweigen der Elektrotechnik ein rühriges Weiterstreben ungeahnte Erfolge gezeitigt. Stromquellen, Apparate, Schaltungen und Linienbaukonstruktionen sind teils wesentlich verbessert, teils im Interesse einer intensiveren Ausnutzung der Betriebsmittel völlig umgestaltet worden. Die früher fast allein gebräuchliche Simplextelegraphie mit ihren verhältnismässig einfachen Apparaten von Morse und Hughes wird auf den grossen Verkehrslinien mehr und mehr von den viel leistungsfähigeren Methoden und Apparaten der Schnell- und Mehrfachtelegraphie verdrängt; die wunderbare Erfindung der Telegraphie ohne Drahtleitung ist zu praktischer Brauchbarkeit vervollkommnet und schickt sich an, im Telegraphenwesen Umwälzungen von vielleicht grosser Tragweite hervorzurufen; die Fernsprecheinrichtungen gestalten sich mit zunehmender Verdichtung der Netze und weiterer Ausdehnung der Sprechbereiche immer verwickelter in Bezug auf Leitungsanlagen und Umschaltevorrichtungen.

Wir haben versucht, von dem gegenwärtigen Stande der Technik des elektrischen Nachrichtenverkehrs eine umfassende Übersicht in gedrängter Darstellung zu geben, immer bestrebt, aus dem sehr weitläufigen Material lediglich die in der Praxis erprobten Einrichtungen ausführlicher zu behandeln, Apparate und Methoden von nur historischem oder theoretischem Werte aber blos anzudeuten oder ganz zu übergehen. Ein Vergleich mit einem der vorhandenen älteren Handbücher über den nämlichen Gegen-

stand wird am besten die grossartige Entwickelung der letzten Jahre erkennen lassen.

Die deutsche Reichs-Telegraphenverwaltung hat an den technischen Fortschritten das regste Interesse genommen und sie nachdrücklich gefördert, indem sie sich mit den ihr zu Gebote stehenden reichen Mitteln die praktische Erprobung aller auftauchenden Neuerungen und die Einführung der als vorteilhaft erkannten in den Betrieb jederzeit hat angelegen sein lassen. Die deutschen Telegraphen- und Fernsprecheinrichtungen sind daher in unserem Werke in erster Linie berücksichtigt worden.

Berlin, im Dezember 1901.

Die Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung: Begriff „Telegraphie“; Einteilung der Telegraphen; Erfordernisse für den elektrischen Telegraphen . . . . 1—2

Erste Abteilung: Telegraphie.

I. Geschichtlicher Entwickelungsgang des elektrischen Telegraphen.

Die ersten Entdeckungen; Vorschläge zur Herstellung eines elektrischen Telegraphen; Sömmerings galvanischer Telegraph; die Entdeckungen von Oersted, Ampère, Schweigger und Poggendorff; der Nadeltelegraph von Schilling von Canstadt; der Telegraph von Gauss und Weber; der Schreibtelegraph von Steinheil; die Nadel- und Zeigertelegraphen von Cooke und Wheatstone; deutsche Zeigertelegraphen; Erfindung und Verbesserung des Morsetelegraphen . . . . 8—21

II. Die Betriebskraft.

Elektrische Maasse . . . . 21—22

A. Stromquellen.

1. **Vorgänge im galvanischen Element.** Spannung; Pole; Stromrichtung; Elektromotorische Kraft; Elektroden; Elektrolyse; Polarisation; Polarisationszelle 23—25
2. **Primärelemente.** Daniell; Meidinger; Kupferelement der Reichs-Telegraphenverwaltung; Callaud; Grove; Bunsen; Chromelement; Fuller; Leclanché; Trockenelemente; (Gassner; Hydra; Hellesen; Stromkurven) . . . . 25—34
3. **Sekundärelemente oder Sammler.** Allgemeines . . . . 34—35
   Sammler für den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb:
   a) Sammler für Telegraphenbetrieb: Böse; Elektrizitätsgesellschaft Gelnhausen; Akkumulatorenfabrik Berlin; Schaltung und Behandlung einer Sammlerbatterie . . . . 36—40
   b) Sammler für Fernsprechbetrieb. α) Für Mikrophonstromkreise bei Sprechstellen: Hartung (Thüringer Elektrizitäts-A.-G.); Böse; Akkumulatorenfabrik Berlin; Pollak; Gülcher; Bolle (Berliner Akkumulatoren- und Elektrizitätsgesellschaft. β) Für Vermittelungsanstalten . . . . 40—43
4. **Kosten des Stromverbrauchs bei Telegraphenämtern** . . . . 43—44

B. Gesetze des elektrischen Stromes.

Coulombsches Gesetz; Potential; Stromstärke; das Ohmsche Gesetz; Widerstand; Isolationswiderstand; Batteriewiderstand; graphische Darstellung der elektrischen Grössen eines einfachen Stromkreises; Arbeitsleistung des Stromes; Kirchhoffsche Gesetze; Stromverzweigungen; Wheatstonesche Brücke; Batterieschaltung; gemeinschaftliche Batterien 45—57

C. Elektromagnetismus und Induktion.

Magnetische Kraftlinien; Magnetisches Feld des Stromes; Magnetisierung des Eisens durch den Strom . . . . 57—60

Elektromagnete: Form und Einrichtung; Ankeranziehung; Polarisierte Elektromagnete; Elektromagnete zum Eintauchen . . . . . . 60—63

Seite

Galvanometer: Tangentenbussole; Sinusbussole; Astatische Nadeln; Spiegelgalvanometer; Galvanometer nach Deprez-d'Arsonval; Strom- und Spannungsmesser . . . . 63—65
Induktion: Gegenseitige Induktion; Lenzsche und Flemingsche Regel; Selbstinduktion . . . . 66—68

D. Stromverlauf in Telegraphenleitungen.

Einfluss der Ableitungen: Gleichmässig verteilte Ableitung; ungleichmässig verteilte Ableitung; Ruhestrom . . . . 68—81
Einfluss der Selbstinduktion . . . . 81—84
Einfluss der Ladungsfähigkeit: Ladungs- und Entladungsströme; Kurve des ankommenden Stromes in Kabeln; Sprechgeschwindigkeit . . . . 84—90

III. Apparatkunde und Schaltungslehre.

Einteilung der Telegraphen 91

A. Die Schreibtelegraphen.

I. Der Morseschreiber.

Geschichtliches; Reliefschreiber; Farbschreiber; Sonstige Verbesserungen; Morseschrift; gegenwärtig allgemein gültige Morseschrift . 92—95
Die Apparate des Morsesystems 95

a) Die Taste: Geschichtliches . . . . 95—97
1. Die deutsche Morsetaste: Ruhekontakt und Arbeitskontakt; der Tastenhebel; Taste mit federnden Kontakten; Einschaltung und Wirkungsweise; Fehler in der Taste . . . . 97—99
2. Die österreichische Wechseltaste . . . . 99—100
3. Die Wechselstromtaste mit Entladungskontakt . . . . 100—103

b) Der Morse-Schreibapparat: Der deutsche Normalfarbschreiber 103
1. Der mechanische Teil: Das Gehäuse; das Räderwerk; der Windfang; Triebfeder und Federtrommel; die Sperrvorrichtung; die Aufzugskontrole; Abnehmen der Federtrommel; Öffnen der Federtrommel; Wiederaufbringen der Federtrommel; die Hemmvorrichtung; die Papierführung; der Farbekasten; Drehungsgeschwindigkeit des Laufwerkes . . . . 103—110
2. Der elektromagnetische Teil: Der Elektromagnet; die Vorrichtung zum Heben und Senken des Elektromagnets; der Anker; der Schreibhebel; Einstellung des Schreibhebels für Arbeitsstrombetrieb; Einstellung des Schreibhebels für Ruhestrombetrieb . . . . 110—112
3. Die Einstellung und Wirkungsweise des Morseapparats: Arbeitsstrom; Ruhestrom; Regulierung; Schreibapparate für Übertragung; Fehler im Schreibapparate; Auseinandernehmen des Schreibapparats . . . 113—116

c) Die Farbschreiber der russischen, englischen und französischen Telegraphenverwaltung . . . . 116—118
d) Der polarisierte Farbschreiber der indo-europäischen Telegraphenlinie . . 118—119

II. Nebenapparate.

1. Das Galvanoskop. Geschichtliches 120
a) Das deutsche Galvanoskop; Einrichtung; Fehler im Galvanoskop 120—121
b) Die österreichische Amtsbussole . . . . 121—122

2. Die Stations-Blitzableiter. Geschichtliches . . . . 122—124
a) Der deutsche Plattenblitzableiter; Störungen im Plattenblitzableiter . . . . 124—126
b) Der Matzenauersche Seidenbandblitzableiter . . . . . . 126—127

Seite

3. **Die Stangenblitzableiter** 127
a) Einfach-Stangenblitzableiter neuerer Form mit doppeltem Deckel: Ältere Form mit einfachem Deckel: Fehler im Einfach-Stangenblitzableiter . . . . 127—129
b) Der Vielfach-Stangenblitzableiter von C. F. Lewert . . . . 129—130
c) Der Gattingersche Kohlenplattenblitzableiter von Siemens & Halske . . . . 130—131
4. **Die Umschalter.** Die Umschalter für oberirdische Leitungen; Umschalter I—VIII; Kabelumschalter I—III . . . . 131—137
5. **Die künstlichen Widerstände.** Widerstände aus Manganindraht; Widerstände aus Graphit 137
6. **Die Induktanzrolle** . . . . 137—138
7. **Die Relais.** Geschichtliches; das deutsche polarisierte Relais; Einschaltung und Wirkungsweise; das polarisierte Relais mit drehbaren Kernen; Einschaltung und Wirkungsweise; das polarisierte Relais mit Flügelanker; Einschaltung und Wirkungsweise; das gewöhnliche Relais; das polarisierte Relais von Siemens; Fehler in den Relais . . . . 138—148

III. Die Schaltungen für Leitungen zu Morsebetrieb.

a) Betrieb oberirdischer Leitungen: Endstelle in einer Arbeitsstromleitung mit Relais; Endstelle in einer Arbeitsstromleitung ohne Relais; Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit 2 Schreibapparaten; Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit einem Schreibapparate; Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Schreibapparate; Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Relais; Endstelle in einer Ruhestromleitung ohne Batterie; Endstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie; Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie; Trennstelle in einer Ruhestromleitung; End- und Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Schreibapparat und Wecker; Betriebsstelle in mehreren Ruhestromleitungen mit einem Schreibapparate . . . . 149—155
b) Betrieb unterirdischer Leitungen: Endstelle in einer längeren unterirdischen Leitung; Trennstelle mit Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung; Trennstelle ohne Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung; Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung mittelst Relais; Schaltungen für Leitungen mit Apparatsystemen in getrennten Räumen . . . . 155—158

IV. Der polarisierte Doppelschreiber von Estienne.

Allgemeines; Estienneschrift; Apparate des Estiennesystems; Doppeltaste; der polarisierte Doppelschreiber; der Schreibapparat; die elektromagnetischen Teile; Schaltung . . . . 158—163

V. Der Heberschreiber.

Multiplikatorrahmen und Magnetsystem; Schreibvorrichtung; Elektromotor (Mausemühle); Vibrator; Doppeltaste; Harwoodsche Gegensprechschaltung; künstliches Kabel; Kondensator; Herstellung der Balance 163—168

VI. Der Undulator.

Elektromagnetsystem; Schreibvorrichtung; Doppeltaste und automatischer Sender . . . . 169—170

VII. Das automatische Telegraphensystem von Wheatstone.

Der Lochapparat; der Sender; das Laufwerk; die Kontaktvorrichtung; der Empfänger; das Laufwerk; der elektro-magnetische Teil; Schreibvorrichtung; Schaltung . . . . 171—178

VIII. Der Schnelltelegraph von Delany.

Der Lochapparat; der Sender; der Empfänger . . . . 178—180

IX. Der Schnelltelegraph von Pollak und Virag.

Der Sender; der Empfänger; der Lochapparat . . . . 180—189

B. Die Drucktelegraphen.

Seite

1. Der Hughesapparat. Geschichtliches; Prinzip des Hughesapparats . . . 189—192
a) Hauptteile des Hughesapparats 192
1. Das Laufwerk: Die Vorrichtungen zum Regulieren der Geschwindigkeit; die Anhaltevorrichtung; Hughesapparat mit elektrischem Antriebe 193—197
2. Das Elektromagnetsystem . . . . 197—198
3. Die Druckvorrichtung: Die Druckachse und die isolierte Feder; die Vorrichtung zur Verkuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse; die Typenradachse mit Typenrad und Zubehör; die Einstellvorrichtung; die Vorrichtung zum Heben und Bewegen des Papierstreifens; Zusammenfassung der Vorgänge beim Abdrucke der Zeichen 199—207
4. Die beim Geben wirkenden Apparatteile: Das Tastenwerk; die Stiftbüchse; der Kontaktschlitten und die Kontaktvorrichtung; Kontaktvorrichtungen mit elektrischer und mit mechanischer Auslösung der Druckachse . . . . 207—210
b) Die Hülfsapparatteile des Hughessystems: Der Stromwender; der Apparatausschalter . . . . 210—211
c) Betrieb der Hughesapparate: Das Zusammenwirken zweier Hughesapparate; Regulieren zur Herbeiführung des Synchronismus; Einstellung der elekro-magnetischen Teile; Einstellung der Typenräder; Leistungsfähigkeit; Stromdauer; das Auseinandernehmen des Hughesapparats . . . . 211—213
Die am häufigsten vorkommenden Fehler des Hughesapparats und ihre Ursachen . . . . 213—217
d) Die Schaltungen für Telegraphenleitungen zu Hughesbetrieb: Schaltung für Apparate mit elektrischer Auslösung der Druckachse; Schaltung der Apparate mit mechanischer Auslösung der Druckachse; Zwischenämter in Hughesleitungen; Übertragung in einer Leitung zu Hughesbetrieb; Vorrichtung zum Wecken der Übertragungsämter beim Hughesbetriebe . . . . 217—221
2. Der Börsendrucker von Siemens & Halske . . . . 221—223
3. Der Ferndrucker von Siemens & Halske . . . . 223—226

C. Die Sprechtelegraphen.

1. Das Klopfersystem. Die Klopfertaste; Klopfertaste für amerikanischen Ruhestrombetrieb; der Klopfer; die Schaltung der Leitungen zu Klopferbetrieb . . . . 226—230
2. Der Fernsprecher 231
a) Anruf mittelst Pfeife: Apparate und Schaltungen für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb . . . . 231—232
b) Ruhestromweckbetrieb . . . . 233—234
c) Induktionsweckbetrieb: Kurbelinduktor für Telegraphenleitungen; polarisierter Wecker für Telegraphenleitungen; Spindelblitzableiter; Schaltung der Telegraphenleitungen zu Induktionsweckbetrieb . . 234—240

D. Feldtelegraphenapparate.

Der grosse Feldtelegraphenapparat; der kleine Feldtelegraphenapparat; der Patrouillenapparat. . . . . 240—245

IV. Mehrfachtelegraphie.

A. Gleichzeitige Mehrfachtelegraphie.

1. Das Gegensprechen. Allgemeines. Die Brücken-Gegensprechschaltung; die Differential-Gegensprechschaltung; Gegensprechübertragung . . . . 246—255
2. Das Doppelsprechen . . . . 255—256
3. Das Doppelgegensprechen . . . . 256—258
4. Das Vielfach-Gegensprechsystem von Mercadier (Stimmgabel-Telegraphie); Prinzip; Gegensprechschaltung; Monotelephon . . . . 258—263
5. Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen . . . . 263—266

B. Wechselseitige Mehrfachtelegraphie.

Seite

1. **Der Vierfachapparat** von Meyer: Geber; Empfänger; Meyerschrift; Regulier- und Korrektionsvorrichtung . . . . . 266—270
2. **Der mehrfache Typendrucker** von Baudot . . . . . 270—272
   1. Der Geber . . . . . 272—273
   2. Der Druckapparat: Kombinator; Druckvorrichtung; Triebwerk mit Reguliervorrichtung und Bremse . . . . . 273—281
   3. Das Baudotrelais . . . . . 281—282
   4. Der Verteiler: Kontaktplatten; Regulator; Korrektionsvorrichtung . 282—287
   5. Die Schaltung eines vierfachen Baudotsystems: Das Geben; das Empfangen; der Korrektionsstrom; Installation . . . . . 287—290
   6. Die Baudotübertragung . . . . . 290—292
3. **Der achtfache Typendrucker** von Rowland: Einrichtung und Wirkungsweise; der Geber; der Empfänger; Erhaltung des Synchronismus . 292—297
4. **Der sechsfache Telegraph** von Delany . . . . . 297—299

V. Telegraphie ohne Drahtleitung.

A. Telegraphie durch die Erde oder das Wasser . . 300—302

B. Telegraphie durch den Luftraum hindurch.

(Funkentelegraphie.)

1. **Allgemeines.** Erzeugung Hertzscher Wellen; Mittel zur Wahrnehmung Hertzscher Wellen . . . . . 302—304
2. **Schaltung und Wirkungsweise einer Funkentelegraphenanlage.** Vorgänge im Fritter; Schäfersche Platte . . . . . 304—305
3. **System Marconi.** Wirkungsweise des Senders; Wirkungsweise des Empfängers . . . . . 306—311
4. **System Slaby-Arco.** Der Geber; der Empfänger . . . . . 311—314
5. **Der Braunsche Geber** . . . . . 314—315
6. **Abgestimmte und mehrfache Funkentelegraphie** . . . . . 316—318

VI. Messinstrumente und Messverfahren.

1. **Rheostaten.** Stöpselrheostat; Kurbelrheostat . . . . . 319—320
2. **Das Differential-Galvanometer.** Differential-Galvanometer mit Baumschraube . . . . . 321—322
3. **Leitungsmessungen mit dem Differential-Galvanometer.** Methode des falschen Nullpunktes . . . . . 322—326
4. **Messung von Batteriewiderständen mit dem Differential-Galvanometer** 326—327
5. **Die Gleichstrom-Messbrücke für oberirdische Leitungen** . . . . . 327—328
6. **Die Wechselstrom-Messbrücke** . . . . . 328—330
7. **Die Sinusbussole** . . . . . 330—331
8. **Die Sinus-Tangentenbussole** . . . . . 331—332
9. **Spannungsmesser** . . . . . 332—333
10. **Das Universalmessinstrument für den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb.** Messung von Leitungswiderständen; Messung von Isolationswiderständen durch Zeigerablenkung; Strom- und Spannungsmessungen 333—339
11. **Die Kabelmesseinrichtung** 339
    a) Apparate und Messschaltungen: Spiegelgalvanometer nach Thomson; Spiegelgalvanometer nach Deprez d'Arsonval; Ayrtonscher Nebenschluss; Lampe mit Skala; die Messbrücke; Umschalter . . . . . 339—347
    Schaltung zum Messen des Kupferwiderstandes 347
    Schaltung zum Messen des Isolationswiderstandes . . . . . 347—348
    Schaltung für die Ladungsmessung 348
    b) Ausführung der regelmässigen Kabelmessungen: Messung des Kupferwiderstandes; Messung des Isolationswiderstandes; Messung der Ladungskapazität . . . . . 348—352
    c) Fehlerortsbestimmungen an Kabelleitungen . . . . . 352—354

Zweite Abteilung: Telephonie.

I. Geschichtliche Entwickelung.

Seite

Telephon von Reis; Telephon von Yeates; Telephon von Bell; verschiedene Formen von Telephonen; Hughes-Mikrophon . . . . . 355—360

II. Physikalische Grundlagen.

Akustisches; Telephon; Mikrophon; Schaltung des Mikrophons . . 360—369

III. Die Mikrophone.

1. **Allgemeines.** Mikrophone von Hughes und Bell-Blake; Körnermikrophone; Pulvermikrophone . . . . 369—370
2. **Neuere Mikrophone der Reichs-Telegraphenverwaltung.** Kohlenkörnermikrophon von Siemens & Halske; Kohlenkörnermikrophon von Mix & Genest; Kohlenkörnermikrophon von Stock & Cie.; Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner . . . . 370—374
3. **Ältere Mikrophone der Reichs-Telegraphenverwaltung.** Kohlenscheibenmikrophon; Kohlenwalzenmikrophon 375
4. **Mikrophone der bayerischen und der württembergischen Telegraphenverwaltung.** Mikrophon von Hunning . . . . 375—377
5. **Mikrophone anderer Länder.** Mikrophon von Deckert & Homolka; Mikrophon von Czeija & Nissl; der Solidback; Mikrophon von Hipp; Mikrophon der American-Bell-Telephon-Comp . . . . 377—379
6. **Die Induktionsrollen der Mikrophone.** . . Der Eisenkern; die primäre Wicklung; die sekundäre Wicklung . . . . 379—380
7. **Fehler in den Mikrophonen** 380

IV. Die Telephone.

1. **Allgemeines.** Einpolige Fernhörer; zweipolige Fernhörer 381
2. **Die Fernhörer der Reichs-Telegraphenverwaltung.** Fernhörer gerader Form von Siemens & Halske; Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung; Fernhörer M. 1900 mit Ringmagnet; Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung M. 93.; Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung M. 86; Leitungsschnur der Fernhörer . . . . 381—383
3. **Fernhörer der bayerischen und der württembergischen Telegraphenverwaltung.** Fernhörer Modell Reiner; Fernhörer Modell Heller . . 384—386
4. **Fernhörer anderer Länder.** Das österreichische Löffeltelephon; Telephon von Ader; Telephon d'Arsonval . . . . 386—387
5. **Fehler in den Fernhörern** . . . . 387—388

V. Die Anrufvorrichtungen.

Dreilamelliger Kurbelinduktor M. 97 für Einzelleitungsbetrieb; dreilamelliger Kurbelinduktor für Doppelleitungsbetrieb; ältere noch im Betriebe befindliche Kurbelinduktoren; Fehler in den Kurbelinduktoren . . . . 388—392

VI. Die Wecker.

Polarisierter Wecker mit zwei Glocken; polarisierter Wecker mit einer Glocke; polarisierter Wecker grosser Form mit Kelchglocken; gewöhnlicher Wecker; Wecker mit Fallscheibe; Fehler in den Weckern 392—398

VII. Die Fernsprechgehäuse und Zusatzapparate.

Seite

1. **Die Fernsprechgehäuse** 398
   a) Wandgehäuse: Wandgehäuse in Schrankform; Wandgehäuse in Pultform 398—400
   b) Tischgehäuse; Fernsprechgehäuse älterer Bauart . . . . 400—401
2. **Die Zusatzapparate** 401
   a) Die Hakenumschalter: Hakenumschalter neuerer Bauart; Hakenumschalter älterer Bauart: mit zweiarmigem Hebel und Ambosskontakten, mit einarmigem Hebel und Ambosskontakten, mit zweiarmigem Hebel und Schleifkontakten . . . . 401—403
   b) Die Tasten . . . . 403—404
   c) Die Blitzableiter für Fernsprechgehäuse: Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung; die Schmelzpatrone; Kohlenblitzableiter für eine Einzelleitung; Blitzableiter mit Abschmelzröllchen; das Sicherungskästchen; Fehler in den Blitzableitern; Prüfung der Kohlenblitzableiter . . . . 404—407

VIII. Die Sprechstellenschaltungen.

Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker. P. W. Stf. M. 99; Einschaltung eines zweiten Weckers; Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker. Stf. M. 1900; Endstelle mit pultförmigem Gehäuse für den Fernverkehr; Sprechstellen mit zwei Wandgehäusen; Endstelle für Tischgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker. M. 99 und M. 1900; Endstelle für Wandgehäuse mit Batterieanruf; Fernsprechzwischenstelle in einer Doppelleitung; der Zwischenstellenumschalter . . . . 408—417

IX. Die Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

A. Kleinere Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

I. Ortsverkehr.

a) **Klappenschränke für Einzel- und Doppelleitungen** 418
   Die Klappenschränke neuerer Bauart: Klappenschränke für 5, 10 und 20 Doppelleitungen; Klappenschrank für 40 Doppelleitungen; Klappenschrank für 50 Doppelleitungen . . . . 418—427
   Die Klappenschränke älterer Bauart (Einzelleitungsbetrieb): Klappenschrank für 50 Einzelleitungen; Klappenschrankelektromagnet; Leitungsschnüre; Klappenschränke für 5 und 10 Einzelleitungen; Klappenschrank für 50 Doppelleitungen M. 1900 . . . . 427—433
   Betrieb der Teilnehmerleitungen: Schaltung von Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb auf Klappenschränke neuerer und älterer Bauart . . . . 433—435
b) **Die Blitzableiter für Klappenschränke**: Kohlenblitzableiter; Blitzableiter mit Abschmelzröllchen; Blitzableiter ohne Abschmelzröllchen . . . 435—436

II. Fernverkehr.

a) **Fernsprechübertrager**: Einschenkeliger Fernsprechübertrager von Münch; zweischenkeliger Fernsprechübertrager von Landrath . . . . . . 437—438
b) **Die Fernleitungssysteme der Klappenschränke neuer Bauart**: Fernleitungssysteme zu Klappenschränken für 5, 10 und 20 Doppelleitungen . . 439—440
   Betrieb der Fernleitungen; Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 40 Doppelleitungen; Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 50 Doppelleitungen . . . . 440—445

Seite

c) **Die Schaltung von Fernleitungen auf Klappenschränke älterer Bauart:**
Fernleitungen auf Klappenschränken für Einzelleitungsbetrieb . . . 445—447
Betriebsstellungen 447
Untersuchungsstellungen: Fernleitungen auf abgeänderten Klappenschränken; Polarisationszellen . . . . 447—451

d) **Die Fernleitungsschränke** 451
1. Der Fernschrank kleiner Form (M. 1900): Fernklappen; Normale Schleifenschaltung: Durchsprechstellung, Endstellung; Einzelleitungsbetrieb bei Störungen . . . . 452—455
2. Der Fernschrank grosser Form (M. 1900), abgeändertes System Mix & Genest; normale Schleifenschaltung; Einzelleitungsbetrieb bei Störungen 456—461

e) **Die Doppelsprechschaltung:** Abzweigungsrollen; Einrichtung von Zwischenstellen in den zum Doppelsprechen benutzten Fernleitungen . . . 461—465

B. Grössere Vermittelungsämter.

Allgemeines; Vielfachumschalter; Einteilung; Einschnursystem; Zweischnursystem . . . . 465—468

I. Ortsverkehr.

1. **Der schrankförmige Vielfachumschalter kleiner Form für Doppelleitungen** (System Mix & Genest). Umschalter für Teilnehmerleitungen; Klinkenkabel; Klinke; Klinkenstreifen, Klinkenfeld und Klinkentafel; Klappenelektromagnet; Hebelumschalter; Wecktaste; Stöpsel mit Schnur und Rollgewicht; Brustmikrophon; Betriebsweise; Umschalter für Verbindungsleitungen des Stadt- oder Vorortsverkehrs . . . . 468—480
2. **Der Vielfachumschalter grosser Schrankform für Doppelleitungen** . . 481
3. **Der Vielfachumschalter in Tischform für Doppelleitungen** (System Stock & Co. Umschalter für Teilnehmerleitungen; Umschalter für Vororts-Verbindungsleitungen; Umschalter für ankommende Stadt-Verbindungsleitungen . . . . 481—495
4. **Der Vielfachumschalter mit Springzeichenanruf und Glühlampensignalisierung** (System Siemens & Halske). Klinkenfeld und Vielfachklinke; Rufzeichenklinke; Sprechumschalter; Stöpsel mit Schnur; Schlusszeichengalvanoskop; Polarisationszellen; Sprechgarnitur; Betriebsweise 495—505
5. **Der Vielfachumschalter mit Glühlampensignalisierung** (System der Western Electric Company). . . . . 505—506
   a) Der Umschalter in Schrankform für Teilnehmerleitungen: Klinken; Anruflampen; Schlusszeichenlampen; Kontrollampen; Sprechleitungslampen; Anrufrelais; Trennrelais; Schlusszeichenrelais; Kipptaste; Sprechleitungstaste; Verbindungsstöpsel; Sprechgarnitur; Zwischenverteiler; Zählwerk . . . . 506—516
   b) Der Umschalter in Schrankform für ankommende Stadtverbindungsleitungen . . . . 517—520
   c) Der Umschalter in Tischform für Teilnehmerleitungen und Stadtverbindungsleitungen . . . . 520—521
6. **Der Vielfachumschalter mit gemeinsamer Anruf- und Mikrophon-Batterie** (Common Battery System, Western Electric Company). . . . . . 521—529
7. **Das Vielfachsystem von Kellog** . . . . 529—530
8. **Das elektro-mechanische Fernsprechamt** (System Strowger). Wähler; Nummerschalter . . . . 530—536
9. **Die Braunsche Kontroluhr für Verbindungsleitungen** . . . . 536—537

II. Fernverkehr.

1. **Schaltung von Fernleitungen auf Vielfachumschalter für Teilnehmerleitungen** 537
   a) Betrieb von Fernleitungen an Vielfachumschaltern kleiner Schrankform (System Mix & Genest) . . . . 537—541
   b) Betrieb von Fernleitungen an Vielfachumschaltern in Tischform (System Stock & Co.) . . . . 541—543

Seite

2. Fernämter 543

a) Allgemeines: Klinkenumschalter; Fernschränke und Ferntische; Vorschalteschränke; Meldetische und Meldeamt; Zeitmesser für Ferngespräche; Kalkulagraph . . . . 543—546

b) Fernamt mit Vielfachumschaltern für Fernleitungen (System Mix & Genest): Der Klinkenumschalter; die Ferntische; der Signallampenschrank; die Vorschalteschränke; das Meldeamt . . . 548—558

Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung . . . . . 558—560

c) Fernamt mit Vielfachumschaltern für Fernleitungen (System Stock & Co.): Die Ferntische; die Meldetische; die Vorschalte- oder Fernverbindungsschränke; der Klinkenumschalter . . . . . 560—568

d) Das Fernamt in München mit Fernleitungsvielfachumschaltern für Glühlampensignalisierung: Der Transitschrank; die Ferntische; die Anmeldetische; der Fernvermittelungsschrank; Betriebsweise; Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung; Verbindung einer Teilnehmerleitung mit einer Fernleitung; Nachtschaltung . . . . 568—575

C. Die Stromlieferung.

I. Kleine und mittlere Ämter.

Batterien; der Polwechsler . . . . 576—578

II. Grosse Ämter.

1. Stromlieferungsanlage für das Stadtfernsprechamt in Cöln (Rhein) . . 579

Die Batterien 579

Die Maschinenanlage: Umformer; Ladeumschalter; Verteilungsumschalter; Aperiodischer Spannungsmesser; Sicherungen . . . . 579—587

2. Stromlieferungsanlagen für Ämter mit Vielfachumschaltern für Glühlampensignalisierung 587

a) Stromlieferungsanlage der Münchener Centrale II . . . . 587—590

b) Stromlieferungsanlage der Wiener Centrale . . . . . . 590—591

D. Der Fernsprechautomat.

a) Fernsprechautomat ohne Wecker und Induktor 593

b) Fernsprechautomat mit Wecker und Induktor . . . . . . 594—595

E. Die Fernsprechnebenstellen.

1. Allgemeines . . . . 595—596

2. Die Klappenschränke (Pyramidenschränke) für 5 und 10 Doppelleitungen M. 1900. (System Mix & Genest) . . . . 597—599

3. Automatischer Nebenstellenumschalter (System J. H. West): Automatische Verriegelung; automatische Schalter . . . . 599—603

4. Die Janusschaltung . . . . 603—605

F. Der Telephonograph.

Drahttelephonograph; Bandtelephonograph; Verwendung als Fernsprecherphonograph und als Telephonzeitung; telephonographisches Relais; Doppelsprech-Telephonograph . . . . 606—610

G. Die Telephonzeitung

. . . . 610—611

H. Telephonie ohne Drahtleitung.

Photophon; sprechender Flammenbogen . . . . 611—613

Dritte Abteilung: Bau und Unterhaltung der Telepraphen- und Fernsprechanlagen.

I. Geschichtlicher Entwickelungsgang.

A. Oberirdische Linie.

Seite

Leitungsdraht; Drahtverbindung; Isolatoren; Stützen; Stangen . . 617—623

B. Versenkte Linie (Kabel) . . . . 624—626

II. Materialienkunde.

Allgemeine Bemerkungen . . . . 626—628

A. Materialien für oberirdische Linien.

1. **Hölzerne Stangen.** Kiefer; Fichte; Tanne; Lärche; Eiche . . . . . . 628—629
Zubereitung der Telegraphenstangen 629
Zubereitung mit Kupfervitriol; Stangen-Zubereitungsanstalt; Zubereitung mit Zinkchlorid, mit kreosothaltigem Theeröl, mit Quecksilbersublimat (Kyanisierung) . . . . 629—633
Abmessungen von Holzstangen und Bedarfssätze 633
2. **Eiserne Stangen und Stützen.** Eiserne Telegraphenstangen; Rohrständer; Mauerbügel; Querträger; Doppelwinkelstützen; J-förmige Doppelstützen; Untersuchungs- und Abzweigungskonsole . . . . 633—641
3. **Isoliervorrichtungen.** Porzellan-Doppelglocken; Herstellung der Porzellan-Doppelglocken; hakenförmige Stützen; gerade Stützen; U-förmige Stützen; Einschiebe-Stützen 641-644
4. **Leitungsdraht.** Eisendraht; Bronzedraht; Doppelmetalldraht; Bedarfssätze; Anforderungen an Eisen-, Bronze- und verzinnten Kupferdraht; Anforderungen an Doppelmetalldraht; Berechnung des Leitungswiderstandes . . . . 644—647
5. **Hülfsmaterialien für oberirdische Linien.** Verstärkungsmittel: a) für Holzgestänge, b) für eiserne Gestänge; Sicherungsmittel; Lötmaterialien; isolierter Draht . . . . 647—648

B. Materialien für versenkte Linien.

1. **Kabel.** Allgemeines 649
a) Telegraphen-Erd- und Flusskabel: Faserstofferdkabel; Guttapercha-Erdkabel; Guttapercha-Flusskabel . . . . 649—652
b) Fernsprechkabel . . . . 652—654
c) Unterseekabel 654
1. Telegraphenkabel: Kupferleitung; Guttaperchahülle; Jutehülle und Schutzdrähte; Kabeltypen; Prüfung der Adern . . . . 654—656
2. Untersee-Telephonkabel . . . . 656—658
d) Kabelfabrikation: Leitungsdraht; Isoliermittel für Kabelleitungen; Papier; Guttapercha; Kautschuk; Fabrikation der Kabel; Faserstoff-Erdkabel; Fabrikation der Guttaperchakabel . . . . 658—666
2. **Rohrstränge und Cementkanäle.** Gusseiserne Muffenrohre; Cementformstücke System Hultmann; Cementformstücke nach dem Plattensystem 666—667
3. **Hülfsmaterialien für versenkte Linien.** Lötmuffen; Land- und Flusskabelmuffen; Weitere Hülfsmaterialien; Lötmaterialien für Kabelanlagen . 667—671
4. **Zimmerleitungsmaterialien.** Einaderige und vieraderige Bleirohrkabel; Bleirohrkabel mit einer oder vier Doppeladern; Wetterbeständige Gummibanddrähte und Gummibandkabel; Wachsdraht; Gummikabel; Paraffinkabel; Baumwollseidenkabel . . . . 671—672
5. **Baugeräte, Werkzeuge und Schutzvorrichtungen.** Froschklemme; Kniehebelklemme; Haspeln und Trommeln für Bronzedraht; Drahtzugvorrichtung für Bronzedraht; Kabelwinde; Sicherheitsstange zum Zusammenschrauben der Rohrständer; Tragbare Dachschutzvorrichtung; Sicherheitsgürtel . . . . 672—675

III. Bau von Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

1. Vorbereitungsarbeiten. Seite

a) Auskundung neuer Telegraphen- und Fernsprechanlagen: Feststellung der Richtungslinie; Materialbedarf; Untersuchungsstellen; Materialienlager; Auskundung versenkter Linien . . . . 675—678

b) Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegen die Einwirkungen elektrischer Starkströme . . . . . 678—679

c) Der Kostenanschlag . . . . 679—680

2. Ausführung oberirdischer Anlagen.

a) Herstellung des Gestänges: Abpfählen der Linie; Verteilen der Baumaterialien; Aufstellung der Stützvorrichtungen; Stangenlöcher; Ausrüstung mit Isoliervorrichtungen; Winkelstützen; Querträger; Aufstellen der Stangen; Doppelgestänge; Angeschuhte Holzstangen; Mauerstützen und Mauerbügel; Eisernes Dachgestänge; Sprengbock; Tönen der Drähte; Erdleitung für Dachgestänge; Erdleitungsplatten; Trittbretter; Laufbretter; Aussteigeluken; Eiserne Gestänge mit Querträgern; Eiserne Stangenaufsätze; Verstärkung des Gestänges; Verstärkung des hölzernen Gestänges; Doppelständer; Gekuppelte Stangen; Verstärkung eiserner Dachgestänge; Sicherung des Gestänges 680—690

b) Ausästen 690

c) Herstellung der Drahtleitung: Auslegen der Drahtleitung; Wickellötstelle; Lötstellen in Fernsprech-Anschlussleitungen; Arld'sche Drahtverbindung; Ausrecken des Drahtes; Aufbringen des Drahtes auf die Isolatoren; Drahtdurchhang; Regulierstange; Regulierwinkel; Durchhangregulierung mittelst Dynamometers; Festbinden des Leitungsdrahts an den Isolatoren; Verbindung von starker und schwacher Drahtleitung; Abspanngestänge; Umschaltegestänge; Verhinderung des Tönens; Untersuchungsstellen; Leitungsabzweigungen . . . . . . 691—698

3. Festigkeit der Gestänge und Spannung der Leitungen.

a) Festigkeit der Gestänge; Senkrecht wirkende Belastung; Wagerecht wirkende Kräfte; Winddruck; Drahtzug; Gleichzeitige Vertikal- und Horizontalbelastung; Stangenabstand in Kurven; Gekuppelte Telegraphenstangen; Doppelständer; Anker; Strebe . . . . 698—702

b) Spannung der Leitungen: Spannung und Durchhang; Länge des Drahtbogens; Ungleiche Höhen der Stützpunkte; Abtrieb der Leitungen 702—704

4. Herstellung von Kabellinien 705

a) Verlegung von Erd- und Flusskabeln: Erdkabelverlegung; Flusskabelverlegung; Brückenkabel; Tunnelkabel . . . . 705—707

b) Herstellung von Kabelrohrsträngen aus gusseisernen Muffenrohren: Kabelrohrstrang; Kabelbrunnen; Einziehen der Kabel 707—709

c) Herstellung von Cementkanälen und Eisenrohrsystemen für Einzellagerung: System Hultmann; Plattensystem; Eisenrohrsystem; Einziehen der Kabel in Cementkanäle; Einziehen der Kabel in Einzellageröhren . . . . 709—711

d) Herstellung der Kabellötstellen: Faserstoffkabel-Lötstelle; Guttaperchakabel-Lötstelle; Verbindung eines Faserstoffkabels mit einem Guttaperchakabel; Flusskabellötstelle; Lötstelle in bewehrten Fernsprechkabeln; Lötstelle in unbewehrten Fernsprechkabeln; Überführungssäulen; Überführungskasten; Kabelendverschlüsse: Konsol-Endverschluss; Übergangs-Endverschluss; Kasten-Endverschluss . . 711—720

5. Schutz der Kabellinien gegen Entladungen der atmosphärischen Elektrizität 720—721

6. Verlegung von Unterseekabeln. Beschaffenheit des Meeresbodens; Kabeldampfer; Auslegen des Kabels; Instandsetzung eines Kabels; Lötstelle; Sprechgeschwindigkeit . . . . 721—726

IV. Technische Einrichtung der Telegraphen- und Fernsprechanstalten sowie der Stadt-Fernsprechstellen.

1. Einrichtung der Telegraphenanstalten. Leitungseinführung; Kabeleinführung; Kabelumschalter; Blitzableiterpult; Zimmerleitung; Aufstellung der Morseapparate; Linienumschalter; Apparattische; Aufstellung

Seite

der Hughesapparate; Aufstellung der Klopfer; Gas- und Petroleumkandelaber; Erdleitungen; Batterieaufstellung; Batteriestärken; Batterieschaltung; gemeinschaftliche Batterien . . . . 726—733

2. **Einrichtung der Fernsprech-Vermittelungsanstalten.** Leitungseinführung; Ebonitschutzglocke; Abspann- oder Einführungsisolatoren; Hochführung der Fernsprechkabel; Einschaltung der Blitzableiter; Umschaltegestelle; Aufstellung der Klappenschränke und Vielfachumschalter; Erdleitungen . . . . 733—737

3. **Einrichtung der Stadt-Fernsprechstellen.** Leitungseinführung; Zimmerleitung: Batterien; Erdleitungen . . . . 737—738

4. **Schutz der technischen Einrichtungen gegen das Eindringen elektrischer Starkströme.** Schmelzsicherungen; Feinsicherung; Grobsicherung; Feinsicherung für Kohlenblitzableiter . . . . 738—739

V. Unterhaltung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

Allgemeines; Geraderichten, Auswechseln und Tiefersetzen von Stangen; Anbringung von Sicherungsmitteln; Auswechseln schadhafter Doppelglocken; Reinigung der Doppelglocken; Erneuerung von Bindedrähten; Wiederherstellung eines gerissenen Leitungsdrahts; Regulieren der Leitungen; Erneuerung von Lötstellen und Drahtverbindungen; Ersatz schweren Leitungsdrahts durch leichte Leitung; Umlegen von Linien; Ausästungen; Beseitigung von Drahtberührungen und Drahtverschlingungen; Wiederherstellung von Kabeln . . . . 740—745

VI. Betriebsstörungen.

1. **Allgemeines über die Behandlung von Störungen** . . . . 746—747

2. **Störungen in Telegraphen- und Fernsprechverbindungs-Anlagen** . . . 747

a) Störungen auf der Leitung: Ruhestromleitungen; Arbeitsstromleitungen; Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb; Fernsprech-Verbindungsanlagen; Fehlerortsbestimmung . . . . 747—751

b) Störungen innerhalb der Ämter: Allgemeines; Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung; Prüfung der Batterieschaltung; Endstelle und Trennstelle in einer Ruhestromleitung; Endstelle und Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung; Telegraphenanstalt mit Fernsprechbetrieb; Fernsprech-Verbindungsanlage . . . . 751—760

3. **Störungen im Stadt-Fernsprechbetriebe.** Störungen auf der Leitung; Störungen innerhalb der Sprechstellen; Untersuchung einer Stadt-Fernsprechstelle; Untersuchung der technischen Einrichtung der Fernsprech-Vermittelungsanstalten . . . . 760—763

4. **Störungen durch Starkströme.** Berührung; Stromübergänge; Induktion . 764—766

5. **Störungen durch gegenseitige Induktion** . . . . 766—768

Anhang.

Gesetze und Verordnungen über das Telegraphen- und Fernsprechwesen.

1. **Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reichs** . . . . . . 769—771

2. **Telegraphen-Wegegesetz** . . . . 771—775

3. **Ausführungsbestimmungen zum Telegraphen-Wegegesetze** . . . . . 775—777

4. **Beschluss des Bundesrats des Norddeutschen Bundes, betreffend die den Eisenbahnverwaltungen im Interesse der Reichs-Telegraphenverwaltung obliegenden Verpflichtungen** . . . . 777—778

5. **Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlussbahnen** 778

6. **Kabelschutzvertrag** . . . . 778—779

7. **Bestimmungen des Reichs-Strafgesetzbuchs** 779

a) zur Sicherung der Telegraphenanlagen gegen Beschädigungen 779—780

b) zur Sicherung des Telegraphengeheimnisses 780

8. **Fernsprechgebühren-Ordnung** . . . . 780—783

9. **Verordnung des Reichskanzlers über Fernsprech-Nebenanschlüsse** . . . 783—784

Einleitung.

Begriff „Telegraphie".

Die elektrische Telegraphie und Telephonie bilden denjenigen Zweig der Elektrotechnik, welcher sich mit der Übermittelung von Nachrichten in die Ferne befasst. Jene befördert schriftliche Mitteilungen — Telegramme —, diese mündliche Gespräche.

Von der Beförderung brieflicher Nachrichten, wie sie die Post besorgt, unterscheidet sich die telegraphische Beförderung dadurch, dass bei ihr die Nachricht nicht urschriftlich übermittelt, sondern am fernen Orte reproduziert wird. Ein Telegraph im allgemeinen Sinne ist jede Vorrichtung, welche eine Nachrichtenbeförderung in der Weise ermöglicht, dass der an einem Orte zum sinnlichen Ausdrucke gebrachte Gedanke an einem entfernten Orte wahrnehmbar wieder erzeugt wird, ohne dass der Transport eines Gegenstandes mit der Nachricht stattfindet. Unter diesen Begriff fallen auch die Telephon- oder Fernsprechanlagen, bei denen im Hörapparat Schallwellen von ähnlicher Form wie die auf den Sprechapparat wirkenden hervorgebracht werden. Der Telegraph kann, da seine Leistung nicht auf der körperlichen Überführung von Gegenständen beruht, die Nachrichten weit schneller auf beliebige Entfernungen übermitteln als die Post; dagegen steht seine Leistungsfähigkeit, soweit es sich um Massenbeförderung von Nachrichten handelt, der der Post erheblich nach, weil eben jede einzelne Nachricht Wort für Wort reproduziert werden muss; auch kann die telegraphische Beförderung wegen der mit der Reproduktion verbundenen Fehlerquellen nicht volle Zuverlässigkeit der übermittelten Nachrichten verbürgen.

Einteilung der Telegraphen.

Je nachdem als Betriebskraft, welche die zum Ausdrucke der Nachricht dienenden Zeichen in die Ferne befördert, das Licht, der Schall oder die Elektrizität benutzt wird, unterscheidet man optische, akustische und elektrische Telegraphen. Glocken, Sprachrohre, Dampfsirenen und -Pfeifen können als akustische Telegraphen bezeichnet werden. Als optische Telegraphen sind Signalmasten mit beweglichen Armen oder Signalflaggen zu mancherlei Zwecken in Gebrauch, die Militärtelegraphie benutzt unter anderen den Heliographen, welcher Zeichen nach dem Morsealphabet mittelst kurzer und langer Lichtblitze, von Sonnenlicht oder einer künstlichen Lichtquelle, sendet. Der Spektraltelegraph des dänischen Professors La Cour giebt ebenfalls Morsezeichen, doch in der Weise, dass ein undurchsichtiges Band, in welches die Zeichen als schmale und breite Spalte eingeschnitten sind, vor der Lichtquelle vorübergeführt wird; mit Hülfe von Glasprismen erscheinen diese Lichtspalte im Empfangsfernrohre von einander getrennt. — Im folgenden wird nur die elektrische Telegraphie und zwar lediglich soweit sie dem allgemeinen Verkehr dient, behandelt werden; Telegraphen für besondere Zwecke, wie Haustelegraphen, Signaleinrichtungen der Eisenbahnen und dergleichen bleiben ausser Betracht.

Erfordernisse für den elektrischen Telegraphen.

Zu jedem elektrischen Telegraphen gehören:

1. eine Elektrizitätsquelle, welche den elektrischen Strom, die Betriebskraft, liefert;

2. der Geber, d. i. ein Apparat, mittelst dessen die Zeichen von dem Orte *A* aus nach dem Orte *B* durch Schliessen oder Unterbrechen des Stromes entsendet werden;
3. der Empfangsapparat, welcher die von *A* entsandten Zeichen in *B* sinnlich wahrnehmbar macht;
4. die Leitung, eine isolierte Drahtverbindung zwischen dem Geber und dem Empfänger; sie ist entweder einfach und an beiden Enden durch die Apparate hindurch zur Erde geführt, oder doppelt, aus Hin- und Rückleitung bestehend. Die Drahtleitung beim Telegraphieren entbehrlich zu machen, ist das Ziel der in neuester Zeit von überraschendem Erfolge begleiteten Versuche mit der sogenannten Telegraphie ohne Draht.

Geber und Empfänger müssen bei jeder Telegraphenbetriebsstelle vorhanden sein, die Stromquelle darf u. U. fehlen.

Die Betriebskraft kann in verschiedenen Formen zur Verwendung kommen,

1. in Form von einfachen Strömen, und zwar
   a) als Arbeitsstrom, wobei die Leitung im Ruhezustande stromlos ist und die Zeichen durch Entsendung des Stromes, entweder von einerlei oder von beiderlei Richtung erzeugt werden;
   b) als Ruhestrom, wobei die Leitung im Ruhezustande stromerfüllt ist und die Zeichen entweder durch Unterbrechen des Stromes von der Gegenkraft oder, beim amerikanischen Ruhestrom, nach anfänglicher Unterbrechung des Stromes durch Stromschliessung erzeugt werden;
2. in Form von Wechselströmen, und zwar
   a) als dauernde Wechselströme in der Weise, dass die Zeichen durch Umkehren der im Ruhezustande vorhandenen Stromrichtung hervorgebracht werden;
   b) als flüchtige Wechselströme, wobei die Leitung im Ruhezustande stromlos ist.

Zwei weitere, aber für gewöhnlich nicht gebräuchliche Betriebsarten sind das Telegraphieren mit Differenzstrom und mit Gegenstrom. Unter ersterem versteht man die Zeichengebung durch Verstärken oder Schwächen des im Ruhezustande vorhandenen Stromes. Bei Gegenstrom sind im Ruhezustande zwei gleich starke Stromquellen von entgegengesetzter Stromrichtung in die Leitung eingeschaltet, so dass diese stromlos ist; die Zeichengebung kann dann durch Ausschalten oder Umkehren der einen Batterie erfolgen.

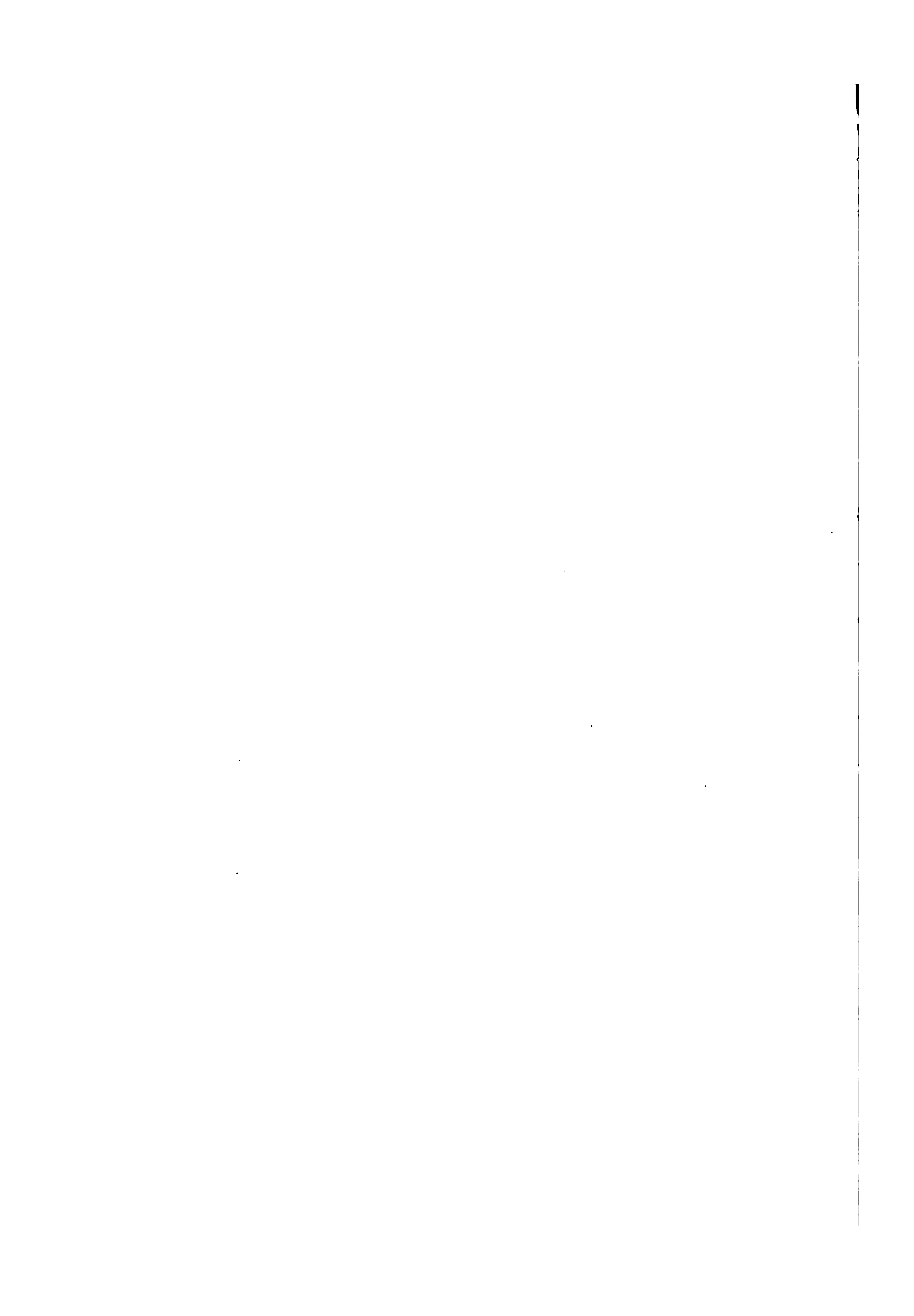
Zur Hervorbringung der telegraphischen Zeichen am Bestimmungsorte werden in den gebräuchlichen Telegraphen fast nur elektromagnetische, vereinzelt jedoch auch chemische Wirkungen des Stromes benutzt. Dementsprechend enthält jeder Empfangsapparat als wesentlichen Teil entweder einen Elektromagnet, oder eine Magnetnadel in einem Multiplikatorrahmen, oder eine drehbare Drahtspule in einem magnetischen Felde, oder einen chemisch präparierten Papierstreifen, der sich an den vom Strome durchflossenen Stellen färbt.

Die Empfangsapparate liefern entweder bleibende Zeichen (bei den Schreib- und Drucktelegraphen), oder vergängliche Zeichen (bei den Sprechtelegraphen, zu welchen Nadel- und Zeigertelegraphen sowie Klopfer und Telephone gerechnet werden); sie reproduzieren das Telegramm entweder in Buchstabendruck bezw. in gewöhnlicher Sprache, oder in vereinbarten Zeichen nach dem Morsealphabete. Kopiertelegraphen, welche jede beliebige Schrift oder Zeichnung am Bestimmungsorte formgetreu wieder erzeugen, finden im praktischen Betriebe keine Verwendung.

Erste Abteilung.

Telegraphie

I. bis VI.



I. Geschichtlicher Entwickelungsgang des elektrischen Telegraphen.

Der elektrische Telegraph hat zu seiner Entwickelung bis zu dem Zeitpunkte, wo er in den Dienst des öffentlichen Verkehrs getreten ist, ein volles Jahrhundert gebraucht. In diesem Zeitraum unterscheiden wir drei Abschnitte, welche durch wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre eingeleitet werden.

In dem ersten Zeitraum (von 1746 ab) war es die Reibungs- (statische) Elektrizität, welche man zu erforschen und mittelst welcher man das Problem der elektrischen Zeichengebung in die Ferne zu lösen sich bemühte.

In dem zweiten Zeitraume (von 1809 ab) suchte man die Entdeckung der Berührungs- (dynamischen oder galvanischen) Elektrizität und ihrer chemischen Wirkungen für den gedachten Zweck nutzbar zu machen.

In dem dritten Zeitraume (von 1820 ab bis 1840) gaben die im Laufe der Zeit bekannt gewordenen Entdeckungen auf dem Gebiete des Elektromagnetismus die Anregung, den bis dahin noch unvollkommenen elektrischen Telegraphen lebens- und leistungsfähig zu gestalten.

Etwa mit dem Anfange des vierten Jahrzehnts des vorigen Jahrhunderts beginnt die Zeit der Ausbildung der elektrischen Telegraphie zur praktischen Brauchbarkeit und Vollkommenheit.

Die ersten Entdeckungen.

Als Ausgangspunkt für die Geschichte des elektrischen Telegraphen dürfte das Jahr 1746 zu bezeichnen sein, in welchem die ausserordentliche Geschwindigkeit, mit welcher die Elektrizität sich in guten Leitern fortpflanzt, durch den Prof. Winkler in Leipzig zuerst erkannt worden ist. Kaum ein Jahr vorher war die Leydener (richtiger Kleistsche) Flasche entdeckt worden. Winkler, welcher den Versuch anstellte, eine Batterie von mehreren Leydener Flaschen durch einen isolierten Draht von beträchtlicher Länge, in welchen er die Pleisse einschaltete, zu entladen, fand hierbei die erst lange Zeit nachher als wichtig für die Telegraphie erkannte Thatsache, dass das Wasser ein guter Leiter der Elektrizität ist, und dass letztere sich über den besseren Leiter verbreitet, wenn sie die Wahl zwischen mehreren hat.

Dasselbe zeigte Le Monnier in Paris (1746 bis 1747), indem er einen Eisendraht von 2000 Toisen (4 km) Länge auf der Erde auslegte und eine Leydener Flasche durch den Draht entlud.

Watson in London dehnte den Versuch der Entladung mit demselben Erfolg auf eine Strecke von 4 engl. Meilen (6 km) aus.

Die Versuche der genannten Physiker lieferten den Beweis, dass die Fortpflanzung der Elektrizität in Leitern mit einer überaus grossen, anscheinend unmessbaren Geschwindigkeit vor sich geht; die Absicht, die Geschwindigkeit der Elektrizität und ihre Fortpflanzungsfähigkeit in den Leitern zu telegraphischen Zwecken zu benutzen, findet sich indes nirgends ausgesprochen oder angedeutet.

Wer zuerst auf den Gedanken gekommen ist, die angegebenen Eigenschaften der Elektrizität zu Mitteilungen in die Ferne nutzbar zu machen, ist lange Zeit unbekannt geblieben. Erst im Jahre 1854 wurde in Schottland aus 100jähriger Vergangenheit ein Brief an das Tageslicht gezogen, welcher den Vorschlag enthält, die Reibungselektrizität zum Telegraphieren zu verwenden. Der nur mit „C. M.“ (vermutlich CHARLES MARSHALL) unterzeichnete Brief vom Jahre 1753 ist in SCOTS magazine, Bd. XV, S. 78 abgedruckt und in der Zeitschrift des Deutsch-Österreichischen Telegraphenvereins von 1854, S. 94, wiedergegeben.

Vorschläge zur Herstellung eines elektrischen Telegraphen.

Der unbekannte Verfasser macht den Vorschlag, die Reibungselektrizität mittelst eines Systems von Drähten, in gleicher Zahl wie die Buchstaben des Alphabets, von einem Orte zu einem anderen fortzupflanzen und an dem Endpunkt auf frei bewegliche, alphabetisch bezeichnete leichte Körperchen einwirken zu lassen.

Der Erste, welcher das angedeutete Prinzip auf die Telegraphie praktisch angewendet zu haben scheint, ist der Gelehrte LESAGE in Genf gewesen. Er gedachte (1774) 24 Leitungsdrähte, an deren Enden Kugeln von Hollundermark aufgehängt waren, in glasierten Thonröhren von einander isoliert fortzuleiten. Die Thonröhren beabsichtigte LESAGE in die Erde zu verlegen; er war mithin auch der Erste, welcher den Gedanken einer u n t e r i r d i s c h e n Telegraphenleitung äusserte. Das Auseinandergehen der an dem Ende jedes Drahtes hängenden zwei Kugeln bei Annäherung des Konduktors einer Elektrisiermaschine an das andere Ende sollte den von diesem Drahte vertretenen Buchstaben bezeichnen.

LEMOND gab (1787) durch Einwirkung von Reibungselektrizität auf ein Elektrometer mit Hollundermarkkügelchen telegraphische Zeichen nach einem benachbarten Zimmer.

Ähnliche Vorschläge zu elektrischen Telegraphen sind im Jahre 1794 gleichzeitig von REUSSER und BÖCKMANN in Karlsruhe gemacht worden. REUSSER wollte an der fernen Station eine grosse Glastafel aufstellen, auf welcher die in Stanniol ausgeschnittenen Buchstaben des Alphabets und die Zifferzeichen aufgeklebt wären. Die der Anzahl der telegraphischen Zeichen entsprechenden Leitungen nebst einem gemeinsamen Rückleitungsdrahte sollten in gläsernen Röhren unter der Erde fortgeleitet werden. Durch überspringende Funken sollten die Zeichen erleuchtet und auf der Empfangsstelle kenntlich gemacht werden. BÖCKMANN beabsichtigte in ähnlicher Weise, jedoch nur mittelst zweier Leitungen telegraphische Zeichen sichtbar hervortreten zu lassen.

SALVA in Madrid führte die Vorschläge von REUSSER und BÖCKMANN im Jahre 1796 wirklich mit einigem Erfolg aus; um dieselbe Zeit soll auch CAVALLO in London die Herstellung eines Telegraphen mit denselben Mitteln versucht haben.

Um das Jahr 1798 liess der Franzose BÉTANCOURT eine Drahtkette (Hin- und Rückleitung) von Aranjuez nach Madrid ziehen, die zur telegraphischen Zeichengebung mittelst Entladung von LEYDENER Flaschen diente.

Ein einigermassen brauchbarer, durch statische Elektrizität betriebener Telegraph wurde 1816 durch FRANCIS RONALDS in London konstruiert. RONALDS setzte auf beiden Stationen hinter einem mit einem Ausschnitte versehenen Schirme mittelst Uhren zwei synchron rotierende Scheiben in Bewegung, auf deren Umfang 20 verschiedene Zeichen standen. Vor dem Ausschnitte waren mit dem Leitungsdrahte zwei Hollundermarkkügelchen verbunden, die so lange Ausschlag zeigten, bis das gewünschte Zeichen bei der Drehung der hinteren Scheibe in die Schirmöffnung trat. In diesem Augenblick entlud sich die Flasche, wodurch an beiden Stationen dasselbe Zeichen sichtbar wurde.

Alle Mühe, welche von der Mitte des 18. Jahrhunderts an aufgewendet wurde, die Reibungselektrizität zum Telegraphieren zu benutzen, war fruchtlos, weil die schwierige Isolierung eines fortzuleitenden Stromes von Reibungselektrizität, sowie deren schnell verschwindende Wirkung in der damaligen Zeit unbesiegbare Hindernisse und Unsicherheit beim Telegraphieren und Beobachten verursachten. Es ist allerdings hierbei zu berücksichtigen, dass das Bedürfnis nach einem elektrischen Telegraphen zu einem nicht geringen Teile durch die zu Anfang des 19. Jahrhunderts gut ausgebildeten optischen Telegraphen, zu deren Wertschätzung und allgemeiner Verbreitung die Siegesbotschaften Napoleons I. nicht wenig beitrugen, zurückgedrängt wurde.

In ein ganz neues Stadium trat die Lösung der Aufgabe durch die inzwischen bekannt gewordene Entdeckung der Berührungselektrizität durch GALVANI in Bologna im Jahre 1789 sowie der VOLTAschen Säule (1792).

Dass bei Berührung zweier verschiedenen, in angesäuertes Wasser getauchten Metalle eine Zersetzung des Wassers eintrete, beobachteten zuerst (1796) und fast gleichzeitig FABBRONI in Florenz und der Arzt CREVE in Mainz. Beide vermochten diese Erscheinung und ihre Ursache nicht näher zu erklären. CARLISLE in London entdeckte (1800) bei Benutzung einer VOLTAschen Säule die Zerlegung des Wassers in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff und führte sie auf die Wirkung des galvanischen Stromes zurück.

Sömmerings galvanischer Telegraph.

SAMUEL THOMAS von SÖMMERING in München war der Erste, welcher (1809) die durch Aufsteigen von Gasbläschen in die Augen fallende Zersetzung des Wassers zur telegraphischen Zeichengebung benutzte. Sein aus drei Teilen bestehender galvanischer Telegraph hatte die in Fig. 1 angedeutete Einrichtung.

Die VOLTAsche Säule *A* ist aus 15 Brabanter Thalern und ebenso vielen Zinkplatten gebildet; zwischen je einem Silber- und Zinkstück liegt eine mit gesättigter Kochsalzlösung befeuchtete Filzscheibe. Der Sender *B* besteht im wesentlichen aus einem Gestell, an dessen oberer Querleiste 27 mit den 25 einzelnen Buchstaben des Alphabets, einem Punkte und dem Wiederholungszeichen bezeichnete metallene Zapfen neben einander befestigt sind. Von der Säule aus führen zwei in verschieden geformte Stöpsel endende Poldrähte zum Gestell. Die Stöpsel können in die Löcher der 27 Zapfen eingesteckt werden. Zum Empfangsapparat *C* gehört ein zum Teil mit angesäuertem Wasser gefüllter Glaskasten, aus dessen Boden 27 Goldspitzen hervorragen. Letztere tragen die nämlichen Bezeichnungen wie die 27 Zapfen des Senders. Die Buchstaben des Senders sind mit den entsprechenden Zeichen des Empfängers durch 27 isolierte, zu einem Seile gewickelte Drähte verbunden.

Werden nun die beiden Stöpsel der Batterie in zwei Zapfenlöcher des Senders, etwa in die Löcher der Zapfen *B* und *R* gesteckt, so wird der Stromkreis der Säule durch die Leitungsdrähte und die Flüssigkeit im Glaskasten des Empfängers über den Goldspitzen *B* und *R* geschlossen. Über beiden Buchstaben entwickelt sich Gas, und zwar über demjenigen Buchstaben, welcher mit dem Zinkpol verbunden ist, Sauerstoffgas, über dem anderen in derselben Zeit die doppelte Menge Wasserstoffgas.

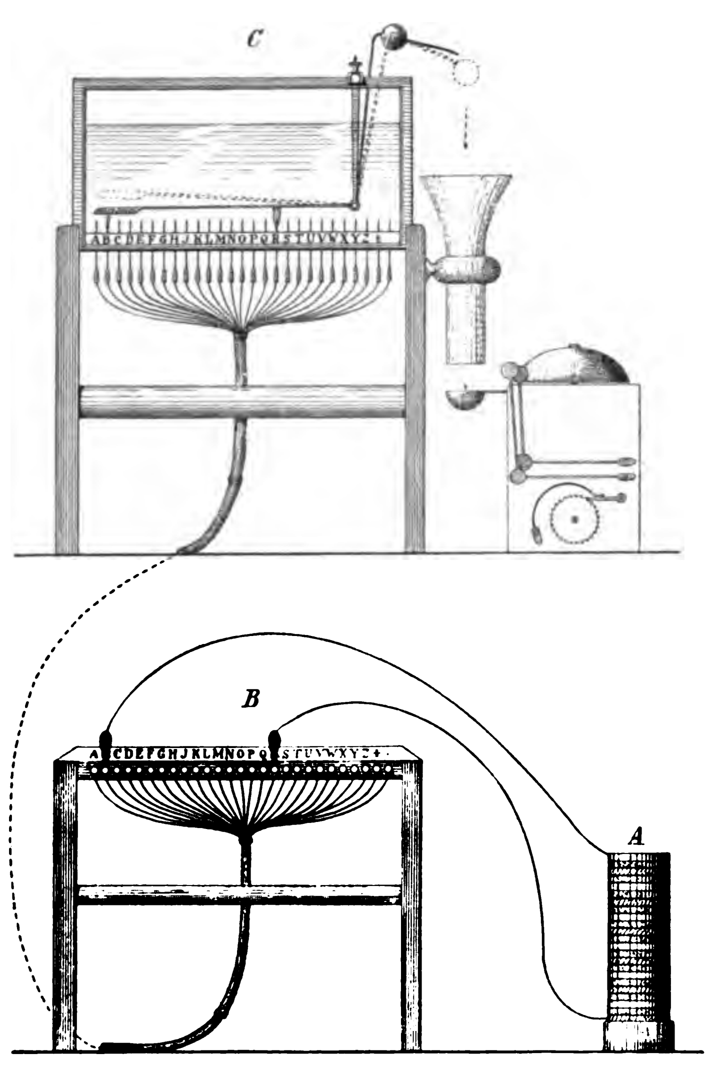


Fig. 1.

Auf diese Weise telegraphierte SÖMMERING stets zwei Buchstaben eines Wortes zugleich, den ersten durch die Wasserstoff-, den zweiten durch die Sauerstoffentwickelung. Später verband er den Zinkpol der Säule immer mit demselben Zeichen und signalisierte mit dem anderen Poldrahte nur je einen Buchstaben.

Im Jahre 1810 versah SÖMMERING den Empfangsapparat mit einem Hebelwecker. Letzterer besteht aus einem zweiarmigen Hebel, einem Trichter und dem Wecker. Das löffelartige Ende des Hebels befindet sich über den Buchstaben *B* und *C*; auf dem anderen Hebelende ist eine kleine Bleikugel aufgesteckt. Hat sich über *B* und *C* eine genügende Menge Gas entwickelt, so geht der Hebel in die punktierte Lage: das Metallkügelchen fällt durch den Trichter auf eine Schale, die mit dem Sperrhaken eines Weckers verbunden ist, löst den Sperrhaken aus und der Wecker fängt an zu läuten.

Der Apparat arbeitete gut und sicher, selbst bei Ausdehnung des Versuchs mit einem Leitungsseil von fast 10000 Fuss (3138 m) Länge, auch wenn die Drähte unter Wasser verlegt wurden. Zum wirklichen Gebrauch

im Grossen gedachte SÖMMERING das Leitungsseil durch gebrannte thönerne oder gläserne Röhren fortzuführen.

Wie sinnreich der von SÖMMERING erfundene elektrochemische Gastelegraph und wie einfach er gegenüber manchem Telegraphen der Neuzeit auch ist, zur praktischen Anwendung ist die Erfindung nie gekommen. Der Grund der Unfruchtbarkeit der SÖMMERINGschen Idee für die Praxis lag in der Umständlichkeit, die grosse Zahl von Drähten zu handhaben, und in der Unkenntnis, sie auf weitere Strecken zu isolieren. Wohl auch trug das Fehlen des Bedürfnisses nach einem bequemeren und rascheren Mittel für den Gedankenaustausch, als die nach und nach vervollkommnete optische Telegraphie es bot, dazu bei, von der Verwertung des elektrischen Telegraphen noch auf längere Zeit abzusehen.

SÖMMERING selbst war von der Überlegenheit des elektrischen Telegraphen über den optischen und der ganzen Bedeutung und Tragweite seiner Erfindung für die Zukunft des Weltverkehrs vollständig überzeugt. „Seine Anwendung“, sagt er in der Beschreibung des Telegraphen, „ist nicht auf den Tag beschränkt, sie erstreckt sich auch auf die Nacht; Wolken und Nebel unterbrechen seine Thätigkeit nicht; er reicht auf jede beliebige Entfernung ohne Zwischenstationen, er spricht in geheimnisvollen Zeichen und seine Geschwindigkeit ist unberechenbar.“

Einen Vorschlag, den chemischen Telegraphen SÖMMERINGS zu vereinfachen, machte namentlich SCHWEIGGER (1811), indem er den Nachweis führte, dass bei Anwendung von zwei ungleich starken Batterien die Zahl der Drähte auf zwei vermindert werden könne. Dieser Vorschlag kam indes ebensowenig zur Ausführung, wie derjenige des Professors COXE in Philadelphia (1816), die Einwirkung des galvanischen Stromes auf Metallsalze zum Zeichengeben zu benutzen.

Immerhin hat SÖMMERINGS Erfindung auf die weitere Entwickelung der elektrischen Telegraphie einen anregenden und befruchtenden Einfluss ausgeübt; es ist nicht zu bezweifeln, dass sie in der einen oder anderen Gestalt in den Dienst des öffentlichen Nachrichtenverkehrs würde getreten sein, wenn nicht bald ein bequemeres Mittel zur Erreichung des Zweckes gefunden worden wäre.

Die Entdeckungen von Oersted, Ampère, Schweigger, und Poggendorff.

Dieses Mittel bot die Entdeckung der zwischen dem Galvanismus und Magnetismus bestehenden Wechselwirkung. Wohl hatte man einen innigen Zusammenhang zwischen beiden Naturkräften schon längere Zeit geahnt, jedoch erst im Jahre 1819 war OERSTED in Kopenhagen so glücklich, durch eine zwar zufällige, aber ebenso überraschende wie beweisende Erscheinung die Verwandtschaft dieser Naturkräfte zu entdecken. OERSTED bemerkte nämlich, als er zwischen die Pole einer starken VOLTAschen Säule einen Platindraht eingeschaltet hatte, um ihn glühend zu machen, dass eine in der Nähe stehende Magnetnadel in eigentümliche Schwankungen geriet; er fand ferner, dass eine frei schwingende Magnetnadel, wenn man in ihrer Nähe einen galvanischen Strom vorbeiführt, aus ihrer natürlichen Richtung abgelenkt wird, und dass die Nadel nach der entgegengesetzten Richtung ausschlägt, wenn man die Richtung des Stromes umkehrt.

OERSTEDS Entdeckung verbreitete sich im raschesten Laufe über die gebildete Welt. Viele Gelehrte wiederholten und erweiterten seine Versuche. AMPÈRE in Paris stellte im Jahre 1820 für die Richtung der Ablenkung die bekannte AMPÈREsche Regel auf. In demselben Jahre fanden, unabhängig

von einander, Schweigger und Poggendorff, dass die ablenkende Kraft des Stromes vervielfältigt (multipliziert) wird, wenn der Draht in mehreren Windungen um die Nadel geleitet ist. Mittelst des von den Genannten hergestellten, aus einer Magnetnadel mit vielen Drahtumwindungen bestehenden Instruments, des Multiplikators, kann auch die Wirkung eines schwachen galvanischen Stromes sichtbar gemacht werden.

Durch die Entdeckung des Elektromagnetismus wurde den Versuchen auf dem Gebiete der elektrischen Telegraphie mit einem Schlage ein neues und grösseres Feld eröffnet. Schon am 2. Oktober 1820 unterbreitete Ampère der französischen Akademie der Wissenschaften folgenden Vorschlag:

„Man führe so viele Leitungsdrähte von einem Orte zu einem anderen, wie Buchstaben im Alphabet sind; an der fernen Station schalte man in jeden Draht eine Magnetnadel ein und führe die Drähte in einer Schleife wieder zurück. Wird durch den Draht ein Strom geschickt, so wird die Nadel abgelenkt; jedem Buchstaben entspricht ein Draht und eine Nadel. Der Strom muss also je nach dem zu telegraphierenden Buchstaben durch die verschiedenen Leitungsdrähte geschickt werden, was am einfachsten durch eine Klaviatur geschieht, welche an jeder Taste den entsprechenden Buchstaben trägt."

Ritchie führte den Apparat, der wegen der grossen Zahl der erforderlichen Leitungsdrähte für die Praxis unbrauchbar war, aus, benutzte jedoch für alle 24 Nadeln nur einen gemeinsamen Draht als Rückleitung, sodass die Zahl der Drähte auf 25 beschränkt blieb.

Der Nadeltelegraph von Schilling von Canstadt.

Nach Ampère wurden Vorschläge, die Ablenkung der Magnetnadel zum Telegraphieren zu benutzen, unter anderen von de Saint Amand in Paris (1828) und dem Professor Fechner in Leipzig (1829) gemacht. Der Erste, welcher (1832) mit der Erfindung eines in diesem Sinne arbeitenden Telegraphen auftrat, war der aus deutscher Familie stammende Baron Schilling von Canstadt.

Schilling hatte schon im Jahre 1805 bei seiner Anwesenheit in München Sömmering kennen gelernt. Nachdem er 1810 als russischer Staatsrat der Gesandtschaft in München zugeteilt worden war, nahm er mit lebhaftem Interesse an Sömmerings physikalischen und elektrischen Versuchen Teil. 1812 überbrachte Schilling einen Sömmeringschen Telegraphen nach Petersburg, wo er mit demselben vor dem Kaiser Alexander Versuche anstellte. Völlig unbeeinflusst durch andere wurde Schilling, welcher auf die Verbesserung des Gastelegraphen sann, durch Oersteds Entdeckung auf den Gedanken geführt, die Fernwirkung des galvanischen Stromes auf die Magnetnadel zum Telegraphieren zu verwenden.

An einem hölzernen Stäbchen befestigte er eine in einem Multiplikator horizontal schwingende Magnetnadel (Fig. 2). Mit dem an einem seidenen Faden aufgehängten Stäbchen verband er kleine Scheiben von Kartenpapier in der Weise, dass im Ruhezustande der Nadel die scharfe Seite der Scheibe dem Beobachter zugekehrt war. Drehte sich die Nadel, so machte die Scheibe die Bewegung mit und kehrte dem Beobachter eine der flachen Seiten zu, auf welcher verschiedene Zeichen (ein Quer- oder ein Längsstrich) sichtbar wurden. Die Weite der Nadelschwingung wurde durch Stiftchen begrenzt; die in bestimmter Ordnung nach rechts oder links erfolgenden Ablenkungen dienten als telegraphische Zeichen. Damit die Nadel nach ihrer Ablenkung schneller in ihre Ruhelage zurückkehrte, brachte Schilling an dem unteren

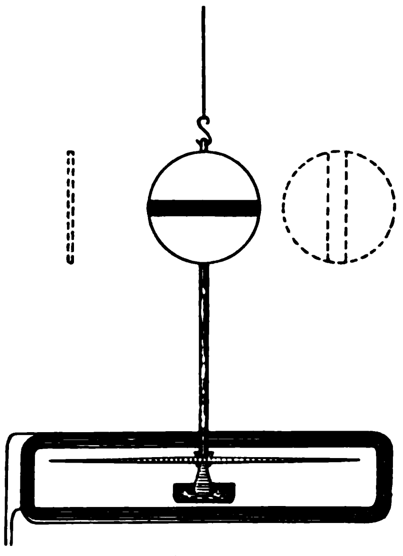


Fig. 2.

Ende des Holzstäbchens eine in ein Gefäss mit Quecksilber tauchende Platinschaufel an.

Zuerst (1832) benutzte SCHILLING fünf Nadeln mit ebenso vielen Leitungsdrähten und einem gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht, später (1837) nur noch eine Nadel mit einer Hin- und Rückleitung. Die Elektrizität erzeugte er mittelst einer Kupfer- und einer Zinkplatte mit zwischenliegendem feuchten Leiter.

Der Telegraph von Gauss und Weber.

Das Verdienst, einen brauchbaren Telegraphen-Nadelapparat zuerst hergestellt und in grösserem Massstabe längere Zeit hindurch benutzt zu haben, gebührt zwei deutschen Gelehrten, den Professoren GAUSS und WEBER in Göttingen.

Allerdings hatten GAUSS und WEBER bei Anlage des ersten Telegraphen nicht den ausschliesslichen Zweck telegraphischer Mitteilungen im Auge, die Einrichtung war vielmehr in erster Linie dazu bestimmt, den genannten Gelehrten zur Vornahme der von ihnen angestellten wichtigen magnetischen, galvanischen und elektromagnetischen Untersuchungen zu dienen. GAUSS, der geistige Urheber, und WEBER, der ausführende Physiker der Anlage, verbanden das physikalische Kabinet und das magnetische Observatorium mit der eine Viertelstunde davon entfernten Sternwarte in Göttingen mittelst zweier eine Hin- und eine Rückleitung bildenden blanken Kupferdrähte. Diese erste, durch die Luft und über die Gebäude der Stadt und den Johannisturm gespannte Telegraphenleitung kam um Ostern 1833 in Benutzung.

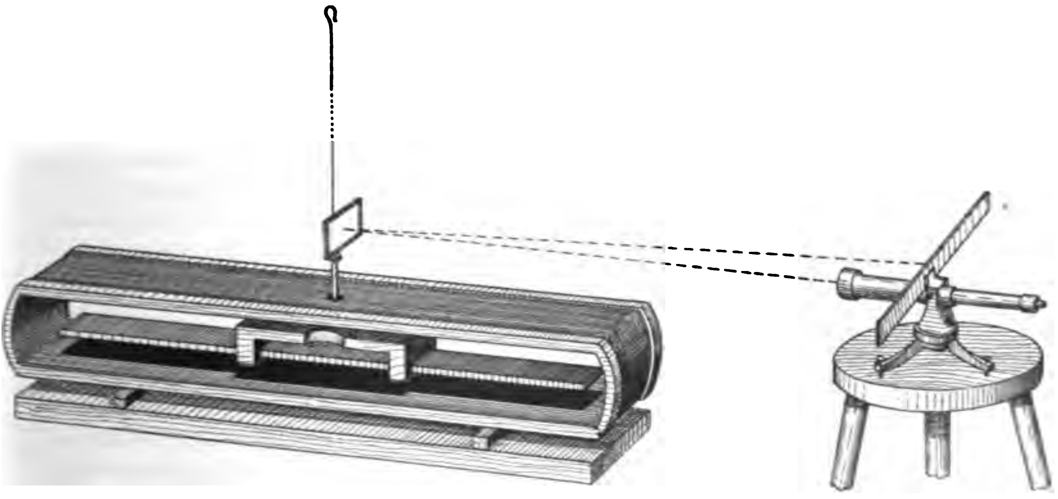


Fig. 3.

Als Zeichenempfänger (Fig. 3) benutzte GAUSS einen an 17 Fuss langen Stahldrähten aufgehängten Magnet. Die Vorrichtung war in der Sternwarte an einer Zimmerdecke befestigt. Schon eine äusserst geringe Änderung

der auf den Magnet wirkenden Kraft verursachte eine bedeutende Ablenkung. Der 25 Pfund schwere Magnetstab von 1,21 m Länge, 7,5 cm Breite und 1,5 cm Dicke war mit einem aus 610 Umwindungen bestehenden, mit Seide umsponnenen Kupferdraht umgeben, dessen Länge 6000 Fuss (1883 m) betrug; bei Einschaltung des physikalischen Kabinets hatte der Strom einen Weg von 13 000 Fuss (4080 m) zu durchlaufen. Obschon als Stromerreger nur eine 4 cm im Durchmesser haltende Kupferplatte und eine gleich grosse Zinkplatte mit dazwischen gelegter, in angesäuertes Wasser getauchter Papierscheibe benutzt wurde, war der Empfangsapparat dennoch so empfindlich, dass der Strom den Riesenmagnet um viele Grade ablenkte. Die Schwingungen des Magnets machte ein damit fest verbundener kleiner Spiegel mit, dessen Bewegungen durch ein Fernrohr mittelst einer Skala beobachtet wurden.

Die Buchstaben und Ziffern wurden durch verabredete Gruppierung der Ablenkung des Magnetnordpols nach rechts und links dargestellt. Wenn *r* eine Bewegung nach rechts und *l* eine solche nach links bezeichnet, so war $r = a$, $l = e$, $rr = i$, $rl = o$ u. s. w. Zur augenblicklichen Umkehrung der Stromrichtung erfand GAUSS einen Stromwender oder „Kommutator“.

Bald nach Einrichtung des Telegraphen wurde GAUSS durch die Theorie der von FARADAY aufgestellten Induktionsgesetze auf ein neues Telegraphierverfahren geführt.

FARADAY fand 1831, dass elektrische Ströme entstehen, wenn ein Magnetstab in das Innere eines Multiplikators oder einer Drahtspirale gesteckt wird, und dass diese (Induktions-) Ströme auch erzeugt werden, wenn die Drahtspule auf den Magnet geschoben und von demselben entfernt wird.

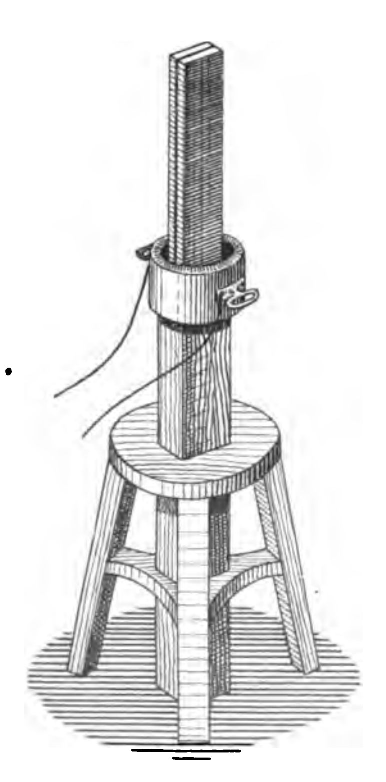


Fig. 4.

Auf der letzteren Art der Stromerzeugung beruhte der von GAUSS im Jahre 1834 benutzte Zeichengeber (Fig. 4), welcher die Übermittelung von sieben Buchstaben in der Minute gestattete. In einen Schemel stellte GAUSS einen doppelten Magnetstab von 50 Pfund Gewicht, auf den ein hölzerner Rahmen mit 7000 Umwindungen von übersponnenem Kupferdrahte geschoben wurde. Die an dem Rahmen befindlichen Handhaben ermöglichten ein rasches Heben und Senken der Induktionsrolle, wodurch in der Leitung ein starker Strom von kurzer Dauer entstand, welcher je nach seiner Richtung eine sogleich wieder aufhörende Bewegung des Magnets im Empfänger nach rechts oder nach links bewirkte. WEBER verband mit dem Apparat einen Wecker, indem er die Schwingung des Magnets dazu benutzte, die Hemmung der Weckvorrichtung auszulösen und letztere dadurch in Thätigkeit zu setzen. Die von WEBER angelegte erste oberirdische Telegraphenleitung war bis zum Jahre 1838 in Gebrauch; 1844 wurde sie durch Blitzschlag zum grösseren Teile zerstört.

Der Schreibtelegraph von Steinheil.

Die Einrichtung, Form und Anordnung der GAUSS-WEBERschen Apparate waren so wenig handlich, dass sie zur Einführung im Grossen sich gewiss nicht eigneten, allein hierzu waren sie auch nicht bestimmt. Beide Gelehrte fanden weder die Musse, noch hatten sie, da der Telegraphenapparat trotz seiner Schwerfälligkeit der ihm gegebenen Bestimmung vollständig entsprach, eine besondere Veranlassung, ihn zu einem allgemein nutzbaren Verkehrsmittel umzugestalten: zu dieser Aufgabe regte GAUSS vielmehr seinen Schüler, den nachmaligen Professor und Konservator an der Akademie der Wissenschaften in München Dr. STEINHEIL an, den er gelegentlich eines Besuchs STEINHEILS in Göttingen (1835) aufforderte, den Apparat so einzurichten, dass er die ankommenden Zeichen in einfacher und sicherer Zeichensprache bleibend niederschreibe und auch dem Ohre wahrnehmbar mache, d. h. dass der Apparat zugleich schriebe und spräche.

STEINHEIL entledigte sich im Jahre 1836 dieser Aufgabe in so geschickter Weise, dass sein Apparat alle früheren Telegraphen an Vollkommenheit weit übertraf und die an ihn von GAUSS gestellten Bedingungen durchaus erfüllte.

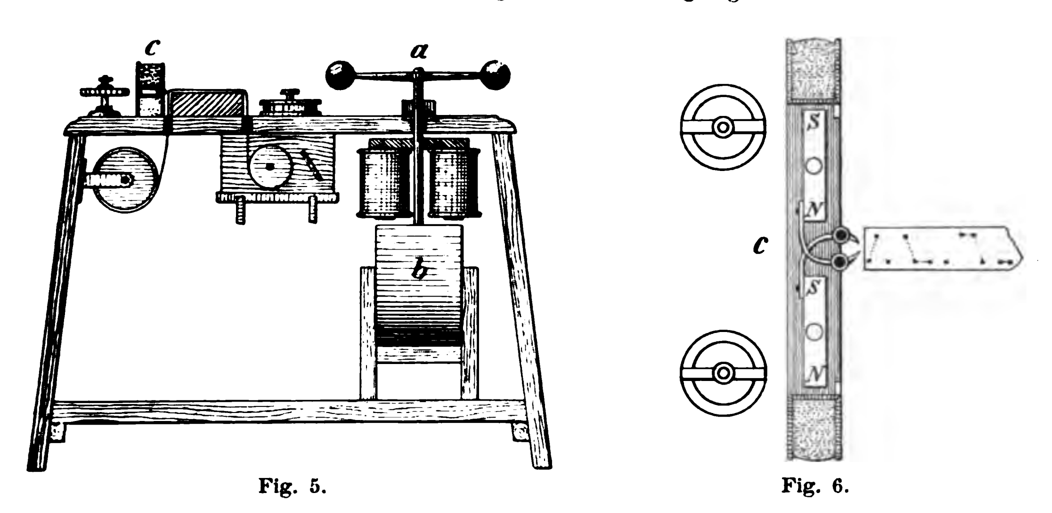


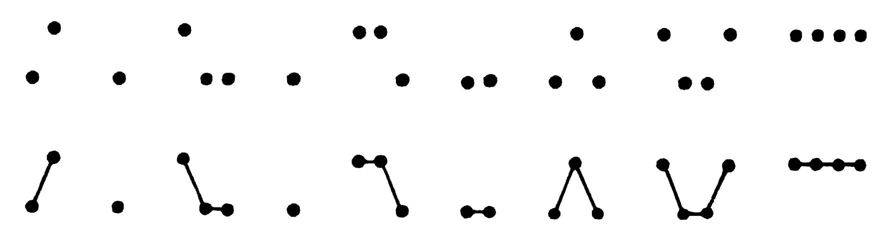
Fig. 5. Fig. 6.

Der Geber des STEINHEILschen Telegraphen (Fig. 5) besteht aus einem Induktor *a*, der oberhalb der Pole eines Hufeisenmagnets *b* von 300 Pfund Tragkraft angebracht ist. Durch jede Drehung des Induktors mittelst der Kurbel wird in den aus 15 000 Umwindungen bestehenden Rollen ein Strom erregt, der sich in die beiden Leitungsdrähte (einer Hin- und einer Rückleitung) fortpflanzt.

Der Empfänger *c* hat die durch Fig. 6 in der Oberansicht angedeutete Einrichtung. Zwei einander mit entgegengesetzten Polen gegenüberstehende kleine Magnetstäbe, welche um senkrechte Achsen drehbar sind, liegen im Innern einer mit 600 Umwindungen versehenen Multiplikatorrolle; je nachdem der Strom in der einen oder anderen Richtung in der Rolle kreist, werden die Magnetstäbe nach verschiedenen Seiten abgelenkt, jedoch immer so, dass die inneren Pole der Magnete entgegengesetzte Bewegungen ausführen. An den Polen befinden sich gebogene Ansätze mit kleinen Farbgefässen, vor welchen senkrecht von oben nach unten ein Papierstreifen durch ein Uhrwerk über zwei Walzen mit gleichmässiger Geschwindigkeit hinweggezogen wird. Macht der eine Magnet mit seinem Schreibgefäss eine

Bewegung gegen den Papierstreifen, wodurch auf demselben ein Punkt erzeugt wird, so bewegt sich der andere Magnet nach der entgegengesetzten Richtung und schlägt hierbei gegen eine Glocke, so dass gleichzeitig auch ein hörbares Signal entsteht.

Aus den in zwei Zeilen schräg über einander stehenden Punkten bildete STEINHEIL sein Alphabet, wie aus dem nachstehend in STEINHEILscher Schrift wiedergegebenen Worte „Telegraph" zu ersehen ist, in der Weise, dass die



am häufigsten vorkommenden Buchstaben durch die geringste Anzahl von Punkten dargestellt wurden und im übrigen die Zeichen durch die Anordnung der Punkte möglichst die Form der grossen lateinischen Buchstaben besassen. Ein Telegramm von 92 Wörtern erforderte zur Abtelegraphierung nicht mehr als $15^1/_2$ Minuten.

Die Telegraphenanlage, bei welcher STEINHEIL im Juni 1837 seinen Apparat zur Anwendung brachte, besass vier durch eine Hin- und eine Rückleitung mit einander verbundene Stationen: die Akademie in München, die Sternwarte in Bogenhausen, die Privatsternwarte in der Lerchenstrasse und die physikalische Werkstätte im Akademiegebäude. Die Leitungen waren in Abständen von 1 bis 3 m entweder über hohe Gebäude und Kirchen hinweggeführt oder auf mehr als 14 m hohe Flossbäume gespannt und besassen eine Gesamtlänge von 12 km. STEINHEILS Telegraph ist über 12 Jahre im Betriebe gewesen.

Ein fast noch grösseres Verdienst, als durch die Erfindung des ersten Schreibtelegraphen, erwarb sich STEINHEIL durch seine für die Weiterentwickelung der Telegraphie so bedeutsame Entdeckung, dass der Rückleitungsdraht durch Einschaltung der Erde in den Schliessungskreis vollständig ersetzt wird.

Fortan war, bei Benutzung der „Erdleitung", zur Herstellung einer Telegraphenverbindung nur mehr ein Draht erforderlich und hiermit die der Anlegung ausgedehnter elektrischer Telegraphen bis dahin hinderlichste Schranke beseitigt.

Wenn gleichwohl STEINHEILS Telegraph nur in geringem Umfang, und zwar als Eisenbahntelegraph in Bayern, zur Einführung gekommen ist, so lag dies zum Teil an der noch bestehenden Schwierigkeit des Baues oberirdischer Telegraphenleitungen, zumeist aber daran, dass das Bedürfnis nach elektrischen Telegraphen in Deutschland noch immer so fest schlummerte, dass selbst die dargebotene Möglichkeit, es zu befriedigen, dasselbe nicht zu wecken vermochte.

Noch ist der Erfindung der Blitzplatten zu gedenken, welche STEINHEIL 1846 zum Schutze der Apparate und Beamten gegen atmosphärische Entladungen bei der Bahnleitung von München nach Nannhofen anwendete. Die Blitzplatten, aus zwei nur durch ein dünnes Stück Seidenzeug von einander getrennten Kupferplatten bestehend, zwischen denen die Apparate

eingeschaltet waren, haben sich als wirksames Schutzmittel gegen Blitz erwiesen und das Prinzip geliefert, nach welchem die gegenwärtig gebräuchlichen Platten-Blitzableiter hergestellt werden.

Die Nadel- und Zeigertelegraphen von Cooke u. Wheatstone.

Der Engländer WILLIAM COOKE hörte 1836 in Heidelberg, wo er Anatomie studierte, von einem Telegraphen, den der Professor MUNCKE bei seinen Vorlesungen über Physik vorführte. Dieser Telegraph war nach dem Muster des von SCHILLING in Bonn vorgezeigten Fünfnadel-Apparats angefertigt, hatte aber nur drei Nadeln. Die interessante Neuheit bewog den jungen Studenten, einer Vorlesung MUNCKES am 6. März 1836 beizuwohnen. Obschon COOKE für die wissenschaftliche Seite des Vorganges kein Verständnis besass, da er bis dahin weder die Lehre von der Elektrizität, noch Physik überhaupt studiert hatte, erfasste er sofort die hohe, praktische Bedeutung des Apparats, namentlich für den Eisenbahndienst. Seinen überraschend praktischen Blick bekundete COOKE dadurch, dass er in demselben Monat März, der ihn zum ersten Mal in einen physikalischen Hörsaal führte, eine Erfindung machte, die ihm unbestritten bleiben wird: er setzte einen Wecker dadurch in Thätigkeit, dass er dessen Triebwerk durch elektromagnetische Anziehung auslöste.

Mit dem Plan, den Telegraphen in seinem Heimatlande zu verwerten, in welchem die um jene Zeit zahlreich entstehenden Eisenbahnen der Einführung von Telegraphen ein besonders günstiges Feld boten, liess COOKE sich unverweilt einen MUNCKEschen Apparat herstellen und reiste damit im April 1836 nach London. Hier verband er sich mit dem Professor der Physik WHEATSTONE zu dem Zwecke, gemeinschaftlich einen für den Betrieb der Eisenbahnen brauchbaren Apparat zu konstruieren. Am 12. Dezember 1837 meldeten beide beim Patentamte ihren Fünfnadel-Telegraphen (Fig. 7) an, welcher fünf in senkrechter Ebene schwingende Nadeln besass und sechs Leitungsdrähte erforderte. Vom Empfänger führen die Drähte zum fernen Amte, wo dieselbe Schaltung besteht. Die sechs Tastenhebel des Gebers liegen an der gemeinsamen Ruheschiene *S*. Jeder Hebel hat zwei Druckknöpfe, einen für positiven und einen für negativen Strom. Drückt man die

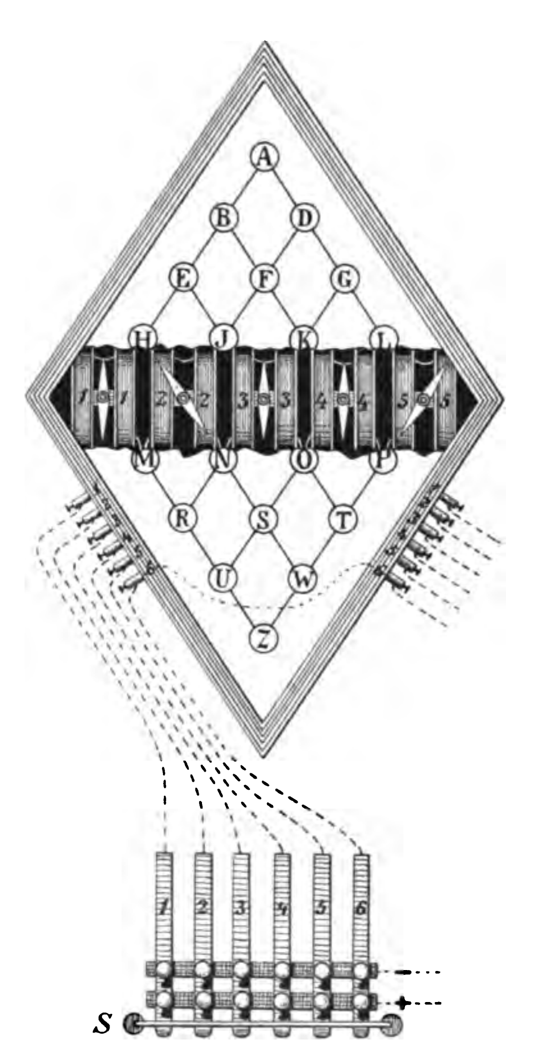


Fig. 7.

ungleichnamigen Knöpfe zweier Tasten nieder, wodurch diese zugleich von der Ruheschiene entfernt werden, so fliesst der Strom in der einen Leitung zum fernen Amte und über die Ruheschiene daselbst und die andere Leitung zurück. Dadurch werden gleichzeitig auf beiden Empfängern zwei Nadeln nach entgegengesetzter Richtung abgelenkt, so dass sie auf denjenigen der auf der Vorderseite des Apparats angebrachten Buchstaben zeigen, welcher in dem Schnittpunkte der konvergierenden Nadelrichtungen steht (in der Figur der Buchstabe *w*). Mit Hülfe der Taste 6 lässt sich jede Nadel zwecks Übermittelung von Ziffern einzeln ablenken.

Der im Prinzip dem SCHILLINGschen Apparate nachgebildete Fünfnadel-Telegraph wurde 1840 auf einer 39 engl. Meilen (60 km) langen Linie der Great Western Bahn eingeführt.

Einen durchschlagenden Erfolg erzielten COOKE und WHEATSTONE mit ihrem Ein- und Zweinadel-Telegraphen. Nach dem Vorgange STEINHEILS benutzten sie für den Einnadel-Telegraphen nur noch eine Leitung, indem sie an den Endpunkten die Erde in den Stromkreis einschalteten. Sowohl der einfache wie der Doppelnadel-Telegraph haben sich in England bei den Eisenbahnen Jahrzehnte lang im Gebrauch erhalten.

Ein noch grösseres Verdienst, als durch die Verbesserung des Nadeltelegraphen, erwarben sich COOKE und WHEATSTONE durch die Erfindung des Relais und des Zeigertelegraphen.

Den ersten Zeigertelegraphen, bei welchem der zu telegraphierende Buchstabe dadurch gekennzeichnet wurde, dass ein vor einem Buchstabenkreis umlaufender Zeiger vor dem Buchstaben anhielt, baute COOKE schon 1836. Brauchbar erwies sich indes erst der von WHEATSTONE im Herbste 1839 hergestellte Zeigerapparat. WHEATSTONE benutzte hierbei die unmittelbar vorher von DAVY angegebene Regulierung der Hemmung (échappement) eines Uhrwerks durch den elektrischen Strom.

Über den Kernen der beiden Elektromagnete des Empfängers *A* (Fig. 8) bewegt sich ein Anker, auf dessen Achse die Hemmung befestigt ist. Je nachdem der aus der Leitung l_2 oder l_1 ankommende Strom durch den Elektromagnet E oder E_1 geht, wird abwechselnd das linke oder rechte Ende des Ankers angezogen, die Hemmung macht dieselbe Bewegung mit, es greift bald das linke, bald das rechte Ende derselben in das durch ein Gewicht gleichmässig fortbewegte Steigrad ein und lässt es sprungweise ablaufen. Der auf der Achse des Steigrads sitzende Zeiger springt auf dem Zeichenkreise von einem Zeichen zum folgenden und bleibt stehen, sobald die Stromwirkung aufhört.

Der Geber *B* besteht aus dem mit einer Batterie verbundenen Schliessungsrade, dessen Umfang dieselben Zeichen enthält wie der Zeichenkreis des Empfängers. Dreht der Telegraphist das Schliessungsrad mittelst der Speichen, so schliessen die mit den Leitungen l_1 und l_2 in Verbindung stehenden Schleiffedern beim Vorbeigehen der Zeichen abwechselnd den Strom, welcher vom negativen Batteriepol über das Rad abwechselnd in l_1 oder l_2 fliesst. Vor Beginn des Telegraphierens müssen Geber und Empfänger auf dieselben Zeichen eingestellt werden. Der Geber wird gedreht, bis das zu telegraphierende Zeichen hinter der Marke *p* steht, und dann einen Augenblick angehalten.

Deutsche Zeiger-telegraphen.

Während die aus Deutschland stammenden Nadeltelegraphen sich rasch in England einbürgerten, konnten die in England erfundenen Zeigertelegraphen sich in ihrem Ursprungslande nicht halten, dagegen fanden sie als-

bald Eingang in Deutschland und Frankreich, wo sie in mannigfacher Weise umgestaltet und verbessert wurden. Namentlich in Deutschland wurden die

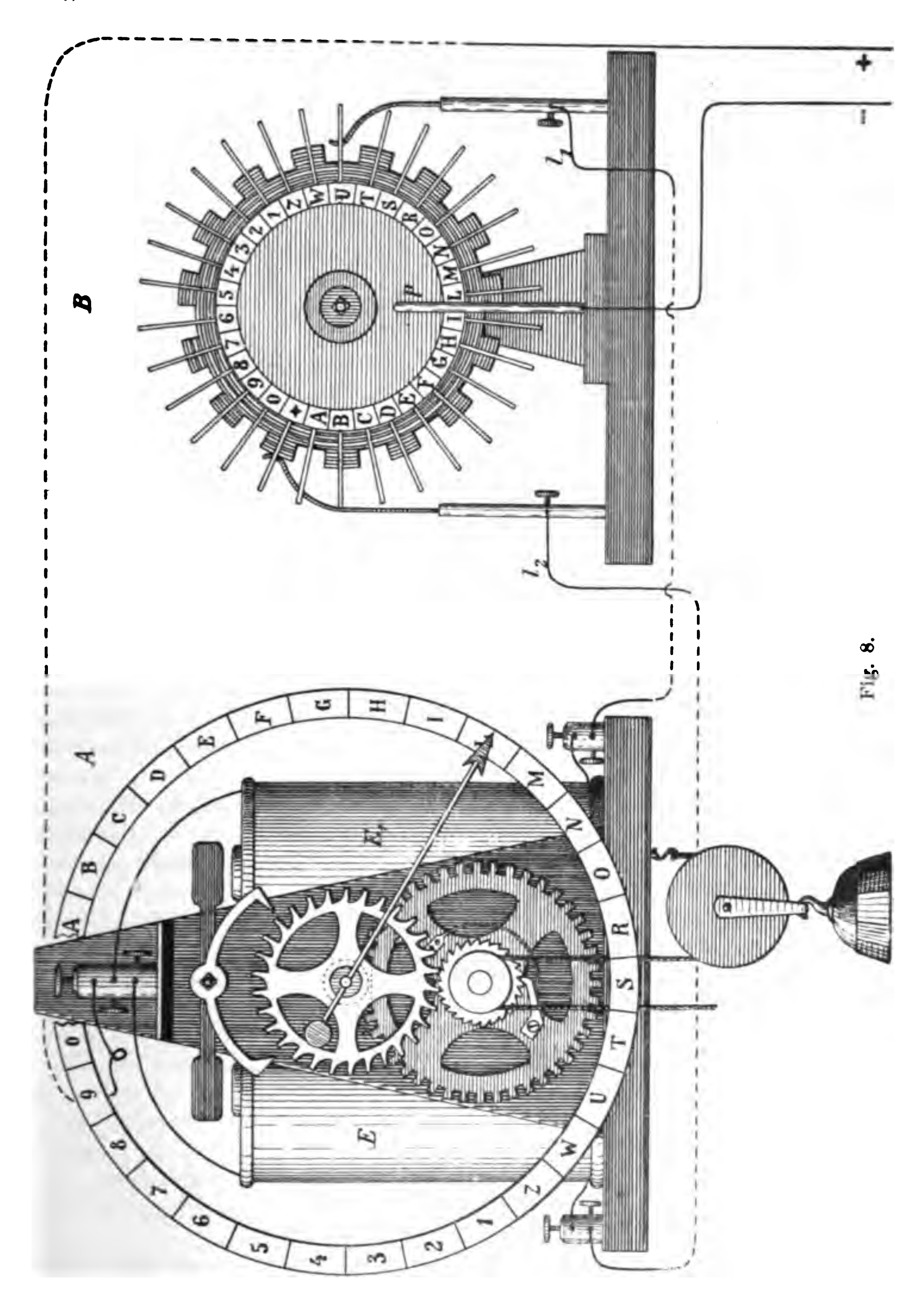


Fig. 8.

Zeigertelegraphen in kurzer Zeit auf einen hohen Grad der Ausbildung und der praktischen Anwendbarkeit gebracht; insbesondere machten sich durch Konstruktion von Zeigertelegraphen verdient: FARDELY in Mannheim (1843),

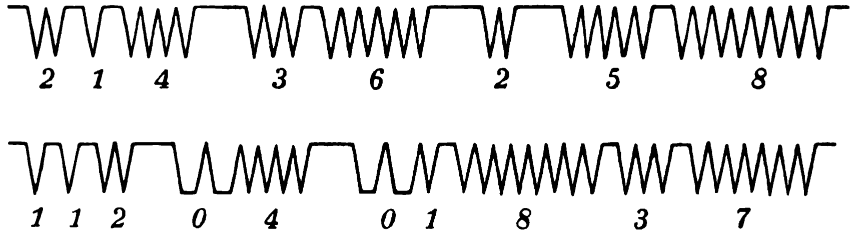
LEONHARDT in Berlin (1845), WERNER SIEMENS in Berlin (1846), STÖHRER in Leipzig (1846), KRAMER in Nordhausen (1847) und DRESCHER in Cassel (1847).

Es würde zu weit führen, diese und die zahlreichen anderen, um jene Zeit auftauchenden Zeigerapparate hier auch nur in den Grundzügen zu erörtern; ungeachtet der sinnreichen Einrichtung, durch welche vorzugsweise die Apparate von SIEMENS, STÖHRER und KRAMER bewunderungswert sind, können die Zeigerapparate, wie alle anderen ihnen vorangegangenen Telegraphen gegenwärtig kaum mehr als ein geschichtliches Interesse in Anspruch nehmen. Die Zeit ist über sie hinweggegangen und hat sich anderen Apparaten zugewendet, mit denen man auf weitere Entfernungen, sicherer und schneller telegraphieren und auch das ankommende Telegramm in Schriftzeichen hervorbringen kann.

Erfindung und Verbesserung des Morsetelegraphen.

Von allen Fernschreibapparaten hat keiner eine solche Verbreitung und Anwendung gefunden, wie der unter dem Namen „MORSE-Apparat" bekannte Telegraph. Sein Ursprung reicht, nach Angabe des Erfinders, des zu Charlestown (Mass.) geborenen Historienmalers SAMUEL MORSE, in das Jahr 1832 zurück. MORSE will im Oktober 1832 bei der Rückfahrt nach Amerika von einer 1829 angetretenen Reise nach Europa auf den Gedanken gekommen sein, mit Hülfe der Elektrizität bleibende und hörbare Zeichen in die Ferne zu geben. Auch will er auf der Reise selbst schon eine Skizze zu einem elektromagnetischen Telegraphen und einem telegraphischen Wörterbuche für die aus Punkten gebildeten Zeichen entworfen haben. Die innere Unwahrscheinlichkeit der vorgeblichen Skizzierung des Entwurfs zu einem elektromagnetischen Schreibtelegraphen im Jahre 1832 lässt sich, abgesehen von den Widersprüchen, welche bei der später in Amerika zu Gunsten MORSES versuchten Beweisführung zu Tage getreten sind, unschwer daraus abnehmen, dass MORSE noch um das Jahr 1835 mangelhafte physikalische Kenntnisse besessen hat. Thatsache ist nur, dass MORSE im November 1835 seinen Bekannten das Modell eines Schreibtelegraphen gezeigt hat. Ebenso erwiesen ist es auch, dass eine Kunde über MORSES Telegraph, der nichts weniger als betriebsfähig war, nicht vor Herbst 1837 in die Öffentlichkeit gelangt ist, während STEINHEILS in technischer Beziehung sehr vollkommener Apparat bereits im Juni desselben Jahres in Betrieb war.

Am 4. September 1837 vermochte MORSE mit seinem Erstlingsapparat auf dem unter einem hin- und hergehenden Schreibstifte vorbeigeführten Papierstreifen die nachstehend wiedergegebene zickzackförmige Schrift



niederzuschreiben, deren Spitzen die darunter gesetzten Zahlen andeuten, welche nach einem von MORSE aufgestellten telegraphischen Wörterbuch den Satz:

„successful	experiment	with	Telegraph	september	4	1837"
214	36	2	58	112	04	01837

ausdrücken.

Das Gerüst zu seinem ersten Apparat (Fig. 9), stellte MORSE aus einer alten Malerstaffelei her. Die Schliessung des Stromes wurde durch Zahlentypen nachstehender Form bewirkt, welche wie Buchdruckerlettern in eine Schiene SS' eingesetzt und mittelst einer Kurbel unter dem Kontakt a des Hebels AC hinweggezogen wurden. Bei jeder Berührung des Kontaktes mit dem Zahn einer Type schloss ein Bügel durch Eintauchen in die mit Quecksilber gefüllten Näpfchen G für einen Augenblick den Stromkreis der aus 60 Elementen von Zink- und Kupferplatten gebildeten Batterie B. Der in die Leitung eingeschaltete, wagerecht liegende, grosse Elektromagnet E, welcher nicht weniger als $92\frac{1}{2}$ kg wog, bewegte die unten mit einem Bleistift versehene pendelnde Vorrichtung FF', an welcher der Anker A sass, über den Papierstreifen P horizontal hin und her. Letzterer wurde mittelst eines Uhrwerks über der Rolle R langsam fortgezogen. Der mit Baumwollfäden umsponnene Umwicklungsdraht des Elektromagnets musste nach der damaligen Ansicht MORSES dieselbe Dicke haben wie der Leitungsdraht; aus diesem Grunde hatte der Elektromagnet das angegebene Gewicht erhalten.

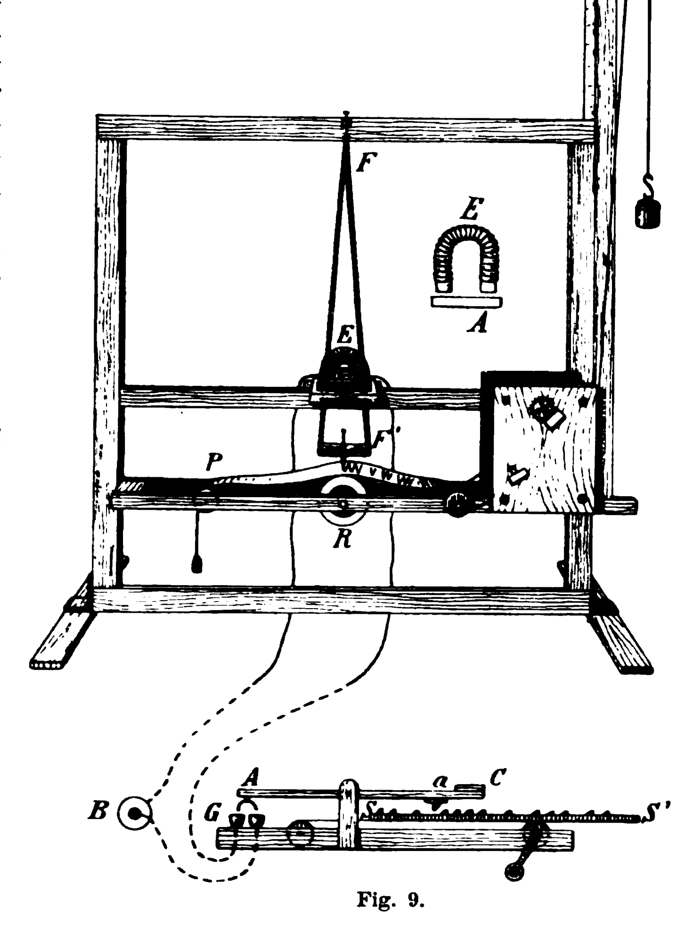


Fig. 9.

Manche Wandlung musste MORSES erster unbehülflicher Schreibtelegraph durchmachen, ehe er eine dem jetzigen MORSE-Apparat ähnliche Gestalt erhielt. Unverdrossen verfolgte MORSE sein Ziel, den Apparat für die Praxis brauchbar zu machen, wobei ihm die Gewinnung wissenschaftlich tüchtiger Mitarbeiter und die finanzielle Unterstützung begüterter Freunde sehr zu statten kam. Im Jahre 1840 erfand er den unter dem Namen „Taste“ bekannten Zeichengeber und stellte die in verbesserter Form jetzt noch übliche Strichpunktschrift auf.

Im Jahre 1843 konnte MORSE seinen zweiten Apparat in die Öffentlichkeit geben, der, wie die Abbildung (Fig. 10) zeigt, in der Form und in der Anordnung der einzelnen Teile im wesentlichen dem heute gebräuchlichen MORSE-Apparat gleicht. Bei dem zweiten Apparat hatte der Elektro-

magnet eine lotrechte, der aus Holz gefertigte Schreibhebel nebst Anker eine wagerechte Stellung; die Eindrücke der Punkte und Striche erfolgten durch einen an der linken Seite des Hebels angebrachten Stahlstift; die Walze mit dem Papierstreifen wurde durch ein Uhrwerk, das von einem Gewichte getrieben wurde, in Bewegung gesetzt.

Der verbesserte Morse-Apparat gelangte im Mai 1844 auf der versuchsweise errichteten Telegraphenlinie von Washington nach Baltimore mit Hin- und Rückleitung zur Benutzung. Von der Morse beim Baue der Versuchslinie noch unbekannten Anwendung der Erdleitung wurde erst Gebrauch gemacht, nachdem die Anlage etwa sechs Monate im Betriebe gewesen war. Eine wesentliche Vervollkommnung erhielt der Telegraph durch die Beigabe des von Morse 1846 konstruierten Relais, bei dessen Anwendung der Apparat trotz seiner schwerfälligen Einrichtung eine erhebliche Tragweite erlangte. Wie man in Amerika das neue Verkehrsmittel würdigte, geht daraus hervor, dass dieses Land schon im Jahre 1845 Telegraphenleitungen von 1455 km Länge besass.

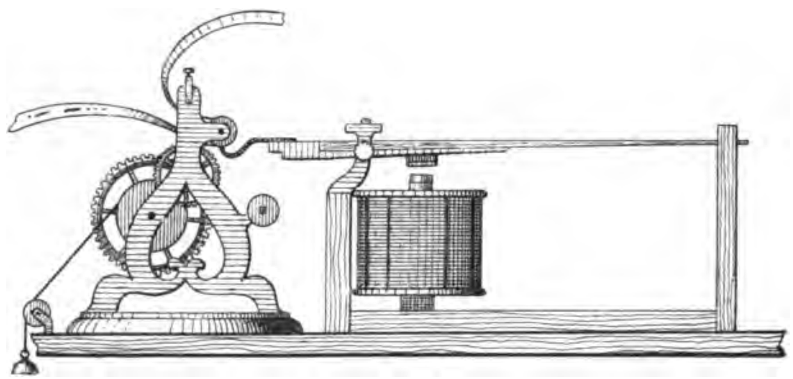


Fig. 10.

Mit ungeahnter Schnelligkeit verbreitete sich die Erfindung des Telegraphen vom Jahre 1845 ab über alle Länder, zuerst und namentlich in England und Amerika, wo infolge der Anlegung ausgedehnter Eisenbahnlinien das Bedürfnis nach dem Telegraphen besonders lebhaft hervortrat.

In Preussen liess die Rheinische Eisenbahngesellschaft 1843 bei Aachen eine kurze Linie mit vier Leitungen für einen Zeigertelegraphen von einem Engländer ausführen; Anfang 1845 legte Fardely aus Mannheim eine Linie mit nur einer Leitung auf der Taunusbahn an; am 2. September 1845 wurde durch Kabinetsorder dem preussischen Kriegsminister die Summe von 25 000 Thalern zur Herstellung eines Telegraphen nach dem Leonhardtschen System von Berlin bis Potsdam zur Verfügung gestellt. Die Anlage kam im folgenden Jahre zur Ausführung. Dem Privatverkehre wurde der Telegraph in Deutschland zuerst 1847 auf einer Linie von Bremen nach Vegesack zugänglich gemacht; am 1. Oktober 1849 wurden die preussischen Staatstelegraphenleitungen dem allgemeinen Verkehr übergeben.

Morses Telegraph fand Eingang in Deutschland im Jahre 1848 auf der als Gesellschaftsunternehmen betriebenen Telegraphenlinie von Hamburg nach Cuxhaven.

Bei Abschluss des Deutsch-Österreichischen Telegraphenvereins-Vertrags (25. 7. 1850, in Kraft 1. 10. 1850) waren in den Vereinsländern ganz

verschiedenartige Apparate in Gebrauch: in Preussen ausser dem MORSE-Schreiber KRAMERsche und SIEMENSsche Zeigerapparate, in Österreich BAINsche Nadelapparate, in Bayern STÖHRERsche Doppelstiftapparate und in Sachsen STÖHRERsche Zeiger- und Doppelstiftapparate. Mit Beginn des Jahres 1852 wurde, um das Direktarbeiten zwischen den Stationen der einzelnen Länder zu ermöglichen, ein einheitlicher Apparat, der MORSE-Schreiber eingeführt. Die bewunderungswerte Einfachheit und vielfache Verbesserungen haben dem MORSE-Apparat schnell Eingang in den Verkehr und eine solche Verbreitung verschafft, dass heute nahezu 90 % aller Telegraphenapparate — von den Fernsprechern abgesehen — auf dem System MORSE beruhen.

Wir sind in unserer gedrängten Schilderung des Entwickelungsganges des elektrischen Telegraphen bis zu dem Zeitpunkte gelangt, wo er sich als geeignet erwies, als Mittel für den schnellen Nachrichtenaustausch dem Allgemeinwohl dienstbar zu sein. Eine Reihe bedeutender Entdeckungen gehörte dazu, ehe die als Ganzes in die Erscheinung tretende Erfindung diesen Grad der Vollkommenheit erlangte, und es verging ein ganzes Jahrhundert, bis ihre wesentlichen Bestandteile sich gegenseitig zu dem Staunen und Bewunderung erregenden Telegraphen ergänzt hatten. Überaus zahlreich sind die Apparate, die in der Folgezeit für den gleichen Zweck ersonnen, und die Verbesserungen, die sie bis heute erfahren haben. Auf die Einzelheiten gehen wir an anderer Stelle näher ein.

Mit Riesenschritten hat der elektrische Telegraph, neben dem Telephon die idealste technische Schöpfung des vergangenen Jahrhunderts, inzwischen über den Erdkreis sich verbreitet; in allen Teilen desselben ist sie heimisch, und deren äusserste Grenzen verbindend, erkennt sie die trennenden Fluten des Ozeans nicht mehr als Hindernis: die Mitteilung des Gedankens ist unabhängig von irdisch räumlichen Verhältnissen geworden.

II. Die Betriebskraft.

Elektrische Maasse.

Nach dem deutschen Reichsgesetze vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maasseinheiten, sind die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen das Ohm, das Ampere und das Volt.

1. Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren Länge bei durchweg gleichem, einem Quadratmillimeter gleich zu achtendem Querschnitt 106,3 cm und deren Masse 14,4521 g beträgt (1 Megohm = 1 000 000 Ohm).

2. Das Ampere ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, welcher bei dem Durchgange durch eine wässerige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001118 g Silber niederschlägt (1 Milliampere = 0,001 Amp.).

3. Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft. Es wird dargestellt durch die elektromotorische Kraft, welche in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen elektrischen Strom von einem Ampere erzeugt (1 Millivolt = 0,001 Volt).

Allgemein gebräuchlich sind ferner nachstehende Maasse:

4. Das Coulomb ist die Einheit der Elektrizitätsmenge; es ist diejenige Elektrizitätsmenge, welche ein Strom von 1 Amp. Stärke in einer Sekunde liefert. Grössere Mengen werden oft in Amperestunden ausgedrückt. Eine Amperestunde ist die von einem 1 Amp. starken Strome in einer Stunde gelieferte Elektrizitätsmenge (= 3600 Coulomb). Fünf Amperestunden bedeuten z. B. 18 000 Coulomb und können geliefert werden von 5 Amp. in 1 Stunde, oder von 1 Amp. in 5 Stunden u. s. w.

5. Das Watt oder Voltampere ist die Einheit der elektrischen Leistung, oder der elektrischen Arbeit pro Sekunde. 1 Watt = 1 Volt $\times$ 1 Amp. $= \frac{1}{9,81}$ kg m pro Sekunde $= \frac{1}{736}$ Pferdestärke = 0,24 Grammkalorien pro Sekunde. 1 Kilowatt = 1000 Watt = 1,36 PS.

6. Das Joule oder Voltcoulomb ist die Einheit der elektrischen Arbeit. 1 Joule = 1 Volt $\times$ 1 Coulomb $= \frac{1}{9,81}$ kg m = 0,24 Grammkalorien. Grössere Energiemengen werden in Wattstunden oder Kilowattstunden ausgedrückt. 1 Wattstunde = 3600 Watt = 3600 Voltampere. Diese Arbeit wird geleistet durch 3600 Watt in einer Sekunde, oder durch 1 Watt in einer Stunde u. s. w. 1 Kilowattstunde = 1000 Wattstunden.

7. Das Farad ist die Einheit der Kapazität. Ein Kondensator hat die Kapazität 1 Farad, wenn er, mit einer Stromquelle von 1 Volt Spannung geladen, 1 Coulomb Elektrizität aufnimmt. 1 Mikrofarad = 10^{-6} Farad.

8. Das Henry (oder der Quadrant) ist die Einheit des Koeffizienten der Selbinduktion und des Koeffizienten der gegenseitigen Induktion. Dieser Koeffizient ist dann 1 Henry, wenn bei sekundlicher Änderung der induzierenden Stromstärke um 1 Amp. eine EMK von 1 Volt induziert wird.

Die vorstehenden technischen Einheiten sind Vielfache der absoluten Einheiten des elektromagnetischen Maasssystems, welch' letztere auf die mechanischen Grundeinheiten Centimeter, Gramm, Sekunde zurückgeführt sind (C. G. S.-System).

Die absolute Einheit der Stromstärke hat derjenige Strom, welcher die Fläche 1 qcm umkreisend die Einheit des magnetischen Moments erzeugt, d. h. dieselbe magnetische Wirkung ausübt, wie ein Magnet von der Polstärke 1 und dem Polabstand 1 cm. Es ist 1 Amp. = 10^{-1} absolute Einheiten.

Die absolute Einheit der elektromotorischen Kraft wirkt in einem Stromkreise, wenn sie bei Erzeugung der Stromstärke 1 sekundlich die Arbeit 1 Erg leistet. Diese Einheit ist gleich 10^{-8} Volt, mithin 1 Volt = 10^{8} C. G. S.-Einheiten.

Die absolute Einheit des Widerstandes ist nach dem OHMschen Gesetze gleich $\frac{10^{-8}}{10} = 10^{-9}$ Ohm, also 1 Ohm = 10^{9} C. G. S.-Einheiten.

A. Stromquellen.

I. Vorgänge im galvanischen Element.

Die Kraft, mit deren Hülfe der elektrische Telegraph die Zeichen im Empfangsapparat erzeugt, liefert der elektrische Strom. Zum Betriebe der Telegraphen genügen Ströme von geringer, über 50—100 Milliampere selten hinausgehender Stärke; die Fernsprechströme haben sogar nur etwa den 0,001. Teil dieser Stärke. Man bezeichnet deshalb Telegraphen und Fernsprecheinrichtungen als Schwachstromanlagen zum Unterschied von anderen, mit erheblich grösseren Stromstärken arbeitenden elektrotechnischen Anlagen, den Starkstromanlagen. Als Stromquellen dienen in der Schwachstromtechnik, wenigstens in Europa, fast ausschliesslich Batterien von galvanischen Primär- oder Sekundärelementen, nur im Fernsprechbetriebe sind zum Anrufen vorzugsweise Magnetinduktoren in Gebrauch.

Von der im III. Bande ausführlich dargestellten Theorie des galvanischen Elements sei hier nur kurz das wichtigste angedeutet.

Entsprechend der von GALVANI 1789 gefundenen Kombination Kupfer-Eisen-Froschschenkel besteht ein galvanisches Element aus einer leitenden Flüssigkeit und zwei in diese tauchenden verschiedenartigen Metallstücken (deren eines durch Kohle ersetzt werden kann). Stellt man z. B. in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Becherglas (Fig. 11) eine Zinkplatte und eine Kupferplatte so hinein, dass sie einander nicht berühren, so wird das Kupfer, wie eine Prüfung mit dem Elektrometer ergiebt, positiv, das Zink negativ elektrisch; beide Platten erhalten eine gleich grosse, aber entgegengesetzte Spannung, das Kupfer von ungefähr $+\frac{1}{2}$ Volt, das Zink von $-\frac{1}{2}$ Volt, so dass der Spannungsunterschied zwischen beiden Platten etwa 1 Volt beträgt. Werden nun die aus der Flüssigkeit herausragenden Enden der Platten, ihre Pole, durch einen Draht verbunden, so fliesst in dem Drahte ein elektrischer Strom vom Kupferpole zum Zinkpole so lange, als der Spannungsunterschied zwischen beiden Polen besteht. Der Kupferpol, an welchem der Strom aus dem Element heraustritt, heisst der positive, der Zinkpol, an dem der Strom in das Element hineintritt, heisst der negative Pol.

Spannung.

Pole.

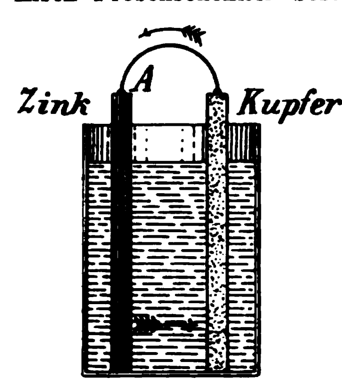


Fig. 11.

Strom-richtung.

Eine Stromquelle sendet dann Strom in die Leitung hinein, wenn der positive Pol an Leitung liegt. Ist die Stromquelle umgekehrt mit dem negativen Pole an Leitung geschaltet, so fliesst der Strom aus der Leitung nach der Stromquelle hin. Will man auch in diesem Falle an der Vorstellung festhalten, dass der Strom in der Leitung aus der Batterie komme, so muss man sagen: „Die Batterie sendet negativen Strom in die Leitung“, d. h. Strom von einer der angegebenen entgegengesetzten Richtung.

Der elektrische Strom in dem Drahte erwärmt diesen und vermag magnetische, induzierende und physiologische Wirkungen auszuüben, wodurch sein Vorhandensein festgestellt werden kann.

Innerhalb der Flüssigkeit des Elements fliesst der Strom umgekehrt vom Zink zum Kupfer. Hier lässt sich seine Wirkung, wenn die Spannung mindestens 1,7 Volt beträgt, zum Teil mit blossem Auge erkennen: es bilden sich am Kupfer Gasbläschen, die schliesslich emporsteigen und aus der Flüssigkeit heraustreten. Man kann sie leicht mittelst eines umgestülpten, mit Wasser gefüllten Reagensgläschens auffangen und feststellen, dass das Gas Wasserstoff ist. Wird die Zinkplatte nach einiger Zeit herausgenommen und nachgewogen, so zeigt sich eine Gewichtsabnahme, nach längerem Gebrauche sieht sie zerfressen aus. Die anfänglich nur aus Wasser und Schwefelsäure bestehende Flüssigkeit enthält, wie eine chemische Prüfung darthut, Zinksulfat und dementsprechend weniger Schwefelsäure. Im Element hat also ein chemischer Prozess stattgefunden, der durch folgende Gleichung ausgedrückt wird: $Zn + H_2 SO_4 = Zn SO_4 + 2H$, d. h. Zink hat sich mit Schwefelsäure unter Ausscheidung von Wasserstoff aus dieser zu schwefelsaurem Zink verbunden. Löst man sonst Zink in verdünnter Schwefelsäure auf, so erhitzt sich die Flüssigkeit nebst dem Gefässe bedeutend; es wird also durch den chemischen Vorgang Wärme erzeugt, oder besser: chemische Energie der sich verbindenden Stoffe wird in Wärme umgewandelt. In unserm Element wird die bei demselben chemischen Prozesse freiwerdende Energie fast ganz in elektrische Arbeit umgewandelt.

Elektromotorische Kraft. Die beim Auflösen des Zinks freiwerdende chemische Energie ist die Ursache der elektromotorischen Kraft (EMK), welche den Spannungsunterschied zwischen den Polen des Elements erzeugt und aufrecht erhält und beim Schliessen des Stromkreises die Elektrizität in letzterem in Bewegung setzt. Die EMK ist ihrer Grösse nach nur abhängig von der Natur der verwendeten Metalle und von der Beschaffenheit der Flüssigkeit, nicht von den Abmessungen der Platten oder der Flüssigkeitssäule.

Elektroden. Die beiden Platten heissen Elektroden, und zwar Anode diejenige, an welcher der Strom in das Element hineintritt, Kathode die, an der er austritt. Die Elementflüssigkeit, der Elektrolyt, ist in der Regel eine verdünnte Säure oder eine Salzlösung. Die Moleküle des Elektrolyts zerfallen beim Stromdurchgang in zwei Teile, Jonen genannt; der eine Teil des Moleküls, das Kation, wandert mit dem Strome zur Kathode, während der andere Teil, das Anion, sich dem Strome entgegen nach der Anode hinbewegt. Die Metall- oder Wasserstoffatome aus den Molekülen bilden Kationen, der Molekülrest wird zum Anion.

Gleich der Flüssigkeit eines stromerzeugenden Elements werden auch andere leitende Flüssigkeiten zersetzt, wenn man einen Strom durch sie hindurchleitet (Elektrolyse). Nach dem elektrolytischen Gesetze von FARADAY sind die von einem elektrischen Strome in einem oder mehreren Elektrolyten ausgeschiedenen Jonen-Mengen chemisch äquivalent und proportional der Stromstärke und Stromdauer. Es ist die ausgeschiedene Gewichtsmenge eines Stoffes $G = 0{,}010386\ a \cdot i \cdot t\ mg$, wenn a das Äquivalentgewicht (= Atomgewicht dividiert durch Wertigkeitszahl), i die Stromstärke in Ampere und t die Stromdauer in Sekunden bedeutet.

Amalgamieren. — Die Oberfläche der in den Elementen zur Verwendung kommenden Zinkelektroden wird fast stets vorher amalgamiert, um einen grösseren Zinkverbrauch, als solcher durch den Strom bedingt ist, zu verhüten.

Das Amalgamieren (Überziehen mit einer Quecksilberschicht) geschieht, indem man Quecksilber in Königswasser (200 g in 1000 g) auflöst,

darauf noch Salzsäure (1000 g) zusetzt und das Zink einige Sekunden in diese Flüssigkeit eintaucht. Man kann auch das Quecksilber mit einer Bürste oder einem Lappen auf dem Zink einreiben, nachdem dessen Oberfläche durch Eintauchen in verdünnte Salzsäure metallisch rein gemacht ist.

Polarisation.

Die ersten galvanischen Batterien, welche Zink und Kupfer in verdünnter Schwefelsäure enthielten, litten an dem Übelstande, dass ihr anfänglich kräftiger Strom bald schwächer wurde und schliesslich ganz aufhörte. Der ausgeschiedene Wasserstoff umhüllt nämlich die Kupferelektrode nach und nach mit einer Gasschicht, die die Berührung des Metalls mit der Flüssigkeit allmählich aufhebt und selbst elektromotorisch, aber im entgegengesetzten Sinne wie das Kupfer wirkt. Man nennt diese Erscheinung: Polarisation des Elements. Das Übel wurde durch die Erfindung der konstanten Elemente beseitigt, in welchen die Kupfer- oder Kohlenelektrode entweder von einer zweiten Flüssigkeit oder einem geeigneten festen Körper umgeben ist, welche als Depolarisator wirkend, die Ausscheidung von Wasserstoffgas verhindern.

Nützliche Verwendung findet die Eigenschaft der Polarisation in den Polarisationszellen, wie sie z. B. neuerdings im Fernsprechbetriebe benutzt werden. Die Polarisationszelle besteht aus einem geschlossenen, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Gläschen, in dessen Kopfe zwei in die Flüssigkeit eintauchende Platindrähte eingeschmolzen sind. Die Zelle soll keinen Strom liefern, sondern ihre Einschaltung hat den Zweck, dem Weckstrome den Durchgang durch einen bestimmten Stromweg zu versperren. Dies geschieht durch die bei Stromschluss sofort auftretende Wasserstoffschicht, welche den einen Platindraht umhüllt, den Widerstand der Zelle erheblich vergrössert und eine elektromotorische Gegenkraft erzeugt. Die in ihrer Richtung fortwährend wechselnden Sprechströme bewirken dagegen keine Polarisation und gehen deshalb ungehindert durch die Zelle hindurch.

2. Primärelemente.

Daniell.

1. Das Daniellsche Element. Das wichtigste konstante Element ist das DANIELLsche (1836): es enthält Zink in verdünnter Schwefelsäure und Kupfer in einer gesättigten Lösung von Kupfersulfat (Kupfervitriol). Beide Flüssigkeiten sind durch einen Thonbecher von einander getrennt, aber durch die Poren des Bechers hindurch in Berührung. Der in ein cylindrisches Glasgefäss gestellte Thonbecher ist mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, worin ein Zinkprisma steht; um den Becher herum ist in das Gefäss die Kupfersulfatlösung gegossen und in diese ein Cylinder von Kupferblech gestellt. An jede Elektrode ist oben ein Poldraht angelötet, der die Verbindung mit den Nachbarelementen oder dem Schliessungsdrahte vermittelt. Bei Stromschluss findet im Element folgender Vorgang statt. Zink verbindet sich mit Schwefelsäure zu Zinksulfat, der freigewordene Wasserstoff wandert in der Richtung zum Kupfer, kommt in den Poren der Thonzelle mit Kupfersulfat (schwefelsaurem Kupfer) in Berührung und zersetzt es, indem er das Kupfer verdrängt und mit dem Säurerest Schwefelsäure bildet; an Stelle des Wasserstoffs wandert das ausgeschiedene Kupfer zur Kupferelektrode und schlägt sich auf ihr nieder. Es wird also stetig Zink aufgelöst und Kupfer ausgeschieden, letzteres auf Kosten des Kupfersulfats,

von dem stets aufgelöste Mengen vorhanden sein sollen. Das sich fortwährend bildende Zinksulfat muss von Zeit zu Zeit entfernt werden. Die Menge der Schwefelsäure bleibt unverändert, die Säure ist auch ganz entbehrlich und kann von vornherein durch verdünnte Zinksulfatlösung ersetzt werden. Die EMK des Elements beträgt rd. 1 Volt.

Der chemische Vorgang im Zink-Kupferelemente lässt sich wie folgt am besten veranschaulichen.

	Zink	Zinksulfat	Kupfersulfat	Kupfer
Zuerst vorhanden:	Zn_x	$SO_4\ Zn$	$SO_4\ Cu$	Cu_y.
		⟶	⟶	
Durch den Strom verändert in:	Zn_{x-1}	$Zn\ SO_4$	$Zn\ SO_4$	Cu_{y+1}.
	Zink	Zinksulfat	Zinksulfat	Kupfer.

Diese Form des Elements ist noch in der österreichischen Telegraphenverwaltung in Gebrauch.

Meidinger.

2. Das Meidingersche Element. MEIDINGER hat (1859) das DANIELLsche Element durch Weglassung der Thonzelle vereinfacht. Das Zink in Form eines Cylinders steht im oberen Teile des Glasgefässes auf vorspringendem Rande; auf dem Boden des Gefässes ist ein kleineres cylindrisches Glas festgekittet, das einen niedrigen Kupfercylinder umschliesst. Das Gefäss wird mit Zinksulfatlösung gefüllt. In das kleine Glas werden Stücke Kupfersulfat gelegt, die sich allmählich auflösen; die Kupfersulfatlösung bleibt wegen ihres grösseren specifischen Gewichts auf dem Boden innerhalb des kleinen Glases und mischt sich nicht oder nur sehr wenig mit der darüber stehenden Zinksulfatlösung. Ein durch den Holzdeckel des Glasgefässes gesteckter, bis in das kleine Glas reichender Glastrichter oder Ballon enthält einen Vorrat von Kupfersulfatstücken, die langsam hinuntersinken. Vom Kupfercylinder ist ein isolierter Draht durch die Flüssigkeit nach oben geführt.

Kupferelement der Reichs-Telegraphenverwaltung.

3. Das Kupferelement. Aus dem MEIDINGER-Element hat sich die in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchliche, von KRÜGER angegebene Form des DANIELLschen Elements, das „Kupferelement“ entwickelt. In diesem (Fig. 12) hängt ein Zinkring an drei Armen mit angegossenen Nasen am oberen Rande des Batterieglases; auf dem Boden des Standglases liegt eine runde, an der Unterseite etwas eingewölbte Bleiplatte, in deren Mitte sich ein starker Bleidraht senkrecht empor bis über das Glas erhebt. Auf dem Bleidrahte sitzt eine Polklemme, den anderen Pol bildet ein in einen Arm des Zinkringes eingegossener Kupferdraht. Das Glasgefäss wird mit einer Lösung von Zinksulfat (Zinkvitriol) in weichem Wasser bis 4 mm unter dem oberen Rande des Zinkringes gefüllt, darauf werden etwa 70 g Kupfervitriol in nussgrossen Stücken hineingeworfen. Sobald sich am Boden eine blaue Lösung von Kupfersulfat gebildet hat, ist das Element gebrauchsfähig. Die Bleiplatte überzieht sich bei Stromdurchgang bald mit ausgeschiedenem Kupfer und wirkt dann wie eine Kupferplatte. Damit sich das Kupfer später leicht ablösen lässt,

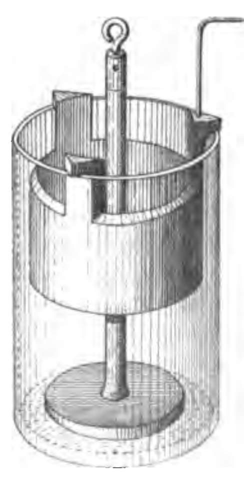


Fig. 12.

wird die Bleiplatte vor dem Einsetzen mit erwärmtem Schweinefett mittelst eines Pinsels dünn bestrichen. Das Element muss öfter mit Stücken Kupfervitriol beschickt werden, auch ist die Zinksulfatlösung, wenn sie den Sättigungspunkt erreicht, teilweise abzuziehen und durch reines Wasser zu ersetzen. Um das Ansetzen von Zinksulfatkrystallen am oberen Glasrand und an der Polklemme des Bleidrahts zu verhindern, erhalten der obere Rand des Glases und der Bleidraht unterhalb der Polklemme einen Anstrich von weisser Ölfarbe.

Zusammensetzen. — Beim Zusammensetzen der Elemente ist noch folgendes zu beachten. Die Bleiplatten müssen eine metallisch reine Oberfläche haben, sind also, wenn bereits gebraucht, vor der Wiederverwendung sorgfältig zu reinigen. Der Kupferniederschlag braucht nur dann abgenommen zu werden, wenn seine Menge die Benutzung der Platten hindert. Beim Vorhandensein von Ruhestrom- und Arbeitsstrombatterien empfiehlt es sich, die mit Kupfer reichlich bedeckten Platten aus jenen in diese einzusetzen. Gebrauchte Zinkringe sind vor der Wiederverwendung ebenfalls sorgfältig zu reinigen, indem mittelst Bürste oder Holzspatels der braune kupferhaltige Schlamm entfernt und die darunter befindliche harte Kruste von Zinkoxyd mit einem scharfen Instrument (Batterieschaber) so weit abgekratzt wird, dass die Oberfläche des Zinkes metallisch blank erscheint. Zur Füllung muss möglichst reines Regen- oder Flusswasser, in Ermangelung von solchem abgekochtes Brunnenwasser verwendet werden; in der erforderlichen Wassermenge sind für jedes Element 15 g Zinkvitriol unter Umrühren aufzulösen, die Lösung muss dann einige Zeit ruhig stehen, damit der sich bildende Niederschlag von Gips, kohlensaurem Zink u. s. w. sich zu Boden setzt. Sind bei einer Telegraphenanstalt bereits Kupferelemente in Gebrauch gewesen, so liefern diese zur Füllung neu anzusetzender Elemente die erforderliche Zinkvitriollösung. Aus der den alten Elementen entnommenen Flüssigkeit wird zunächst etwa vorhandenes Kupfervitriol, das sich durch bläuliche Färbung bemerkbar macht, durch Hineinlegen einiger Stücke alten Zinkes entfernt. Dann wird die Flüssigkeit mit der achtfachen Menge Wasser versetzt, umgerührt und, nachdem sich der Niederschlag gesetzt hat, in die neuen Elemente eingefüllt. Die Glasgefässe müssen sauber gereinigt sein und nach dem Einfüllen der Lösung von aussen recht trocken abgewischt werden. Beim Verbinden der einzelnen Elemente ist auf die richtige Folge der Pole und darauf zu achten, dass nicht unzulässige Berührungen der Poldrähte mit einander oder mit anderen Gegenständen eintreten können. Für jede Batterie soll im Batterieschrank oder am Batteriegestell ein jährlich zu erneuerndes Täfelchen angebracht sein, auf dem jedesmal der Tag der Neueinsetzung zu vermerken ist.

Unterhaltung. — Die Unterhaltung der Kupferelemente erstreckt sich hauptsächlich auf die richtige Speisung mit Kupfervitriol und die Erhaltung der Flüssigkeit in der richtigen Höhe und Beschaffenheit. Dabei ist folgendes zu beachten:

1. Kupfervitriol muss genau in dem Maasse nachgeschüttet werden, als der Verbrauch es erfordert, bei Arbeitsstrom dann, wenn sich der Vorrat an Krystallen aufgelöst hat, bei Ruhestrom sollen im Element stets einige Kupfervitriolstücke ungelöst vorhanden sein und die Flüssigkeit bis etwa 3 cm über dem Glasboden eine tiefblaue Färbung haben.

2. Steigt die Oberfläche der Flüssigkeit infolge Nachschüttens von Kupfersulfat über die vorgeschriebene Höhe, oder sinkt sie durch Verdunstung darunter, so ist Flüssigkeit abzuschöpfen oder Wasser nachzufüllen.
3. Die blaue Lösung darf nicht mit dem Zinkring in Berührung kommen, da sie sonst nutzlos zersetzt wird. Es ist deshalb ein Schütteln der Glasgefässe zu vermeiden und das Nachfüllen von Kupfervitriol, sowie das Abnehmen und Zugiessen von Flüssigkeit so behutsam auszuführen, dass die beiden Lösungen nicht mit einander vermischt werden.
4. Hat sich nach längerem Gebrauche des Elements die Flüssigkeit mit Zinkvitriol gesättigt, so findet ein Ausscheiden von weissen Zinkvitriolkrystallen an der Flüssigkeitsoberfläche, am Zinkring oder gar an den Kupfervitriolkrystallen statt. Um dies zu verhüten, muss von Zeit zu Zeit ein Teil der Zinkvitriollösung mittelst eines Hebers herausgenommen und durch weiches Wasser ersetzt werden. Dabei darf aber nur so viel Flüssigkeit abgezogen werden, dass der Zinkring noch eintaucht.
5. Durch aufsteigendes Kupfersulfat bildet sich am unteren Rande des Zinkringes mit der Zeit eine weiche, schwammige, rotbraune Masse, die Kupfer enthält und allmählich in Zapfenform weiter nach unten auswächst. Diese Masse ist mit einem am Ende rechtwinklig umgebogenen Drahte abzustreichen.
6. In Batterien für Arbeitsstrom sind die Zinkringe mindestens einmal monatlich von Schlamm und Unreinlichkeiten zu säubern.

Die Elemente der Ruhestrombatterien werden alle drei Monate neu angesetzt, und zwar in jeder Leitung bei der einen Hälfte der Telegraphenanstalten, z. B. am 10. Januar, 10. April u. s. w., bei der anderen Hälfte am 25. Februar, 25. Mai u. s. w. Zur Verhütung von Betriebsstörungen sind die umzusetzenden Elemente vor der Ausschaltung durch Hülfsdrähte zu überbrücken. Arbeitsstrombatterien werden nach sechs bis zwölf Monaten neu angesetzt.

In gutem Zustande befindliche Elemente haben ein sauberes Ansehen, ihre Flüssigkeit ist klar und hell. Elemente mit trüber Flüssigkeit sind zu entfernen und durch andere zu ersetzen.

Die Rückstände der Kupferbatterien bestehen in Kupferniederschlag, der von den Bleiplatten losgelöst wird, in Kupferschlamm, der sich auf dem Boden des Glases sammelt, und Zinkschlamm, welcher durch Abschaben von den Zinkringen erhalten wird; dazu kommen die Reste der Zinkringe. Die Rückstände werden je für sich gesammelt und verwertet.

In der bayerischen und württembergischen Telegraphenverwaltung werden Zink-Kupferelemente von ähnlicher Einrichtung verwendet.

Callaud.

4. Das Callaud-Element, welches in Frankreich, der Schweiz und anderen Ländern ausgedehnte Verwendung findet, unterscheidet sich von der deutschen Form des Zink-Kupferelements nur durch die abweichende Gestalt der Elektroden. Die Kupferelektrode besteht aus mehreren hochkantig gestellten und strahlenförmig zusammengenieteten dünnen Kupferblechen, von denen ein angenieteter, mit Guttapercha isolierter Poldraht aufwärts führt.

Die mittelst einer Nase in das Glas eingehängte und auf dieser mit einer Polklemme versehene gegossene Zinkelektrode hat ähnliche Form.

5. Das Grovesche Element. Im Element von GROVE dient als Depolarisator Salpetersäure. Es enthält einen Zinkcylinder in verdünnter Schwefelsäure und innerhalb der mit Salpetersäure gefüllten Thonzelle ein dünnes, S-förmig gebogenes Platinblech. Der Strom geht im Element vom Zink zum Platin, und der ausgeschiedene Wasserstoff wird durch die Salpetersäure zu Wasser oxydiert. Der chemische Vorgang wird durch folgende Formeln veranschaulicht:

Grove.

	Zink	Schwefelsäure	Salpetersäure	Platin
Zuerst vorhanden:	Zn_x	$SO_4 \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$	$\begin{matrix} NO_3 & H \\ NO_3 & H \end{matrix}$	$Pt.$
	⟶			
Durch den Strom verändert in:	Zn_{x-1}	$Zn\ SO_4$	$\begin{matrix} H\ NO_3 \\ H\ NO_2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} H \\ OH \end{matrix}$	$Pt.$
	Zink	Zinksulfat	salpetr. Säure Wasser	Platin.

Die Salpetersäure verwandelt sich dabei in salpetrige Säure ($H\ NO_2$) und weiterhin in Stickoxyd (NO). Letzteres entweicht in die Luft und wird durch Aufnahme von Sauerstoff zu Stickstoffdioxyd (NO_2), dessen rote Dämpfe recht lästig und angreifend für die Atmungsorgane sind. Die EMK des Elements ist etwa 1,9 Volt.

6. Das Bunsensche Element unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, dass die kostspielige Platinelektrode durch ein Prisma aus harter Retortenkohle ersetzt ist. Die EMK ist dieselbe. (Die positive Elektrode kann übrigens statt Platin oder Kohle auch ein Eisen- oder Stahlblech sein.)

Bunsen.

Eine besondere Form der Bunsenzelle ist das Chromsäure-Element, in welchem Chromsäure statt Salpetersäure als Depolarisator wirkt und die Thonzelle weggelassen ist. Die Elektroden haben meist Plattenform, und zwar steht die Zinkplatte zwischen zwei Kohlenplatten. Zur Füllung wird entweder verdünnte Schwefelsäure unter Zusatz von Chromsäure ($Cr\ O_3$) verwendet, oder eine Mischung von Kalium- oder Natriumbichromatlösung mit Schwefelsäure, worin sich Chromsäure bildet. Der vom Strome ausgeschiedene Wasserstoff entzieht der Chromsäure Sauerstoff und bildet damit Wasser, während das Chrom sich mit Schwefelsäure zu Chromsulfat verbindet. Die EMK beträgt 2 Volt. Meist sind die Platten derart an einem Gestelle befestigt, dass sie mittelst eines Hebels aus der Flüssigkeit herausgehoben werden können (Tauchbatterie).

Chromelement.

7. Das Fuller-Element, welches in der englischen Telegraphenverwaltung benutzt wird, beruht auf demselben Prinzip. Es enthält in einem cylindrischen Standgefäss aus glasiertem Steingut einen am Boden mit Quecksilber bedeckten Thonbecher und in diesem den amalgamierten Zinkkolben; ausserhalb des Bechers steht die Kohlenplatte mit einem auf das obere Ende gepressten Bleistück mit Polklemme. Der Becher ist mit verdünnter Schwefelsäure, der äussere Raum mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Kaliumbichromat gefüllt. Der Widerstand beträgt wie beim Kupferelement 5 Ohm. Das Element bleibt Monate lang brauchbar. Beim Erneuern der Flüssigkeit sind Zelle und Elektroden mit Wasser abzuspülen. Trotz der Kostspieligkeit der Füllung und der unangenehmen Ausdünstung ist das Element für den Telegraphenbetrieb sehr geeignet.

Fuller.

Leclanché.

8. **Das Leclanché-Element.** Ausgedehnte Verwendung, namentlich zum Betriebe von Weckern und Haustelegraphen, hat das LECLANCHÉ-Element gefunden. Seine Elektroden sind Zink und Kohle, die Flüssigkeit ist eine Salmiaklösung. Als Depolarisator dient Braunstein (Mangansuperoxyd, $Mn\,O_2$), der entweder in grobkörniger Form die Kohle umgiebt und durch eine Thonzelle zusammengehalten wird oder in Plattenform an das Kohlenprisma gepresst ist, oder gleich bei der Herstellung der Kohlenelektrode mit der Kohle vermengt wird. EMK = 1,4 Volt.

Der chemische Vorgang ist folgender:

	Zink	Salmiak	Mangan-superoyyd		Kohle
Zuerst vorhanden:	Zn_x	$Cl\ NH_4$ $Cl\ NH_4$	$O_2\ Mn$ $O_2\ Mn$		$C.$
Durch den Strom verändert in:	Zn_{x-1}	$Zn\ \begin{matrix} Cl\ NH_3 \\ Cl\ NH_3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\ O,$	$Mn_2\ O_3$	$C.$
	Zink	Chlorzink-Ammoniak	Wasser	Mangan-oxyd	Kohle.

In der Reichs-Telegraphenverwaltung findet das Element in der in Fig. 13 dargestellten Form hauptsächlich im Fernsprechbetrieb unter der Bezeichnung „Kohlenelement" Verwendung. Glas und Zinkring sind ebenso beschaffen wie beim Kupferelemente (statt gegossener Ringe werden indes auch Ringe aus Zinkblech benutzt). In der Mitte des Glases steht ein Kohlen-Braunsteincylinder, der unten in einen stärkeren Fuss ausläuft und oben einen prismatischen Ansatz trägt; auf letzteren ist ein Messingbügel mit Polklemme geschraubt. Der Fuss ist ausgehöhlt; eine seitliche Durchbohrung des Cylinders ermöglicht beim Einsetzen in die Flüssigkeit der Luft den Austritt aus der Höhlung. Gefüllt wird das Element mit einer Lösung von 20 bis 25 g chemisch reinen Salmiak in Wasser bis zu $1\,^1/_2$ cm unterhalb des oberen Glasrandes. Um zu verhindern, dass die in der Kohle leicht in die Höhe steigende Flüssigkeit mit dem Messingbügel in Berührung kommt und ihn durch Bildung von Kupferchlorid zerstört, werden zwischen den Bügel und die beiden von ihm berührten Kohlenflächen Bleiplättchen eingeschoben.

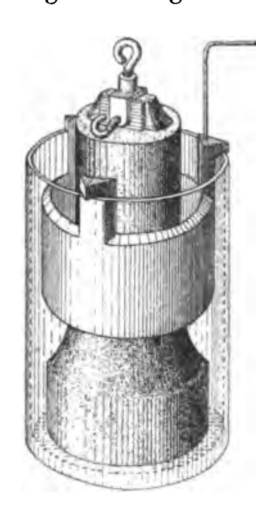


Fig. 13.

Zunächst ist die Flüssigkeit in das Glas einzugiessen, dann der Kohlencylinder hineinzustellen und schliesslich der Zinkring einzuhängen. Die volle Wirksamkeit des Elements tritt erst zwölf Stunden nach dem Ansetzen ein.

Die Unterhaltung des Elements beschränkt sich darauf, dass in längeren Zwischenräumen Wasser nachgegossen wird zum Ersatz für das verdunstete. Das Element hält sich sehr lange (1 Jahr und darüber), wenn es wie beim Weckbetriebe nur schwach in Anspruch genommen wird, im Mikrophonbetriebe lässt seine Wirkung schneller nach; für dauernde Stromabgabe (Ruhestrom) ist es wegen der nur langsam vor sich gehenden Depolarisation nicht geeignet.

Zum Zwecke der Erneuerung sind die Elemente aus einander zu nehmen, die Gläser zu entleeren und zu reinigen, die Zinkringe durch

Waschen und Schaben von Schlamm und Salz zu befreien. Die Kohlencylinder werden, nachdem Salzkrystalle und Schlamm abgeschabt sind, etwa 5 Minuten lang in fünfprozentige verdünnte Schwefelsäure getaucht, dann längere Zeit entwässert und schliesslich gut an der Luft getrocknet.

Die Kohlenbraunsteincylinder werden aus 40 Teilen Braunstein, 55 Teilen Gaskohle und 5 Teilen Schellack bereitet. Die Mischung wird bei einer Temperatur von 100° C und unter 300 Atmosphären Druck in stählerne Formen gepresst.

Trocken-elemente.

9. Trockenelemente. Sie besitzen den Vorzug, dass sie überhaupt keiner Wartung bedürfen und sich bequem befördern lassen. Diese Elemente enthalten natürlich ebenfalls eine Flüssigkeit, letztere ist aber durch einen festen Körper aufgesaugt und bildet mit ihm eine feuchte Paste. Dazu eignen sich Gips, Thonerdehydrat, Sand, Sägemehl, Asbestwolle, Glaswolle, Cellulose und andere Stoffe. Gebraucht werden Trockenelemente hauptsächlich im Fernsprechbetrieb als Mikrophon-, Kontrol- und Weckbatterien. Namentlich für Teilnehmersprechstellen sind gute Trockenelemente den nassen Kohlenelementen unbedingt vorzuziehen.

Gassner.

Das Gassnersche Trockenelement besteht aus einem cylindrischen Zinkgefässe von 2 mm Wandstärke mit angelötetem Poldraht und aus einem darin auf einer Paraffinschicht stehenden Kohlencylinder mit aufgesetzter Polklemme. In den 8 mm weiten Raum zwischen Gefässwand und Kohle ist die feste, poröse Füllmasse eingetragen, die soweit bekannt aus einer Mischung von Gips, Zinkoxyd und Salmiaklösung bereitet ist. Die Kohle ist mit Eisenchlorid getränkt, das depolarisierend wirkt und dabei in Eisenhydroxyd umgewandelt wird. Um das Verdunsten der Flüssigkeit zu verhüten, ist die Füllmasse oben durch eine Paraffinschicht abgeschlossen. EMK etwa 1,5 Volt.

Hydra.

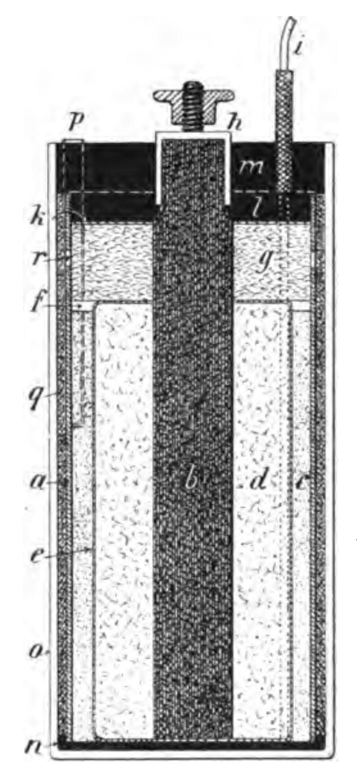
Das Hydra-Patent-Trockenelement enthält in einer becherförmigen amalgamierten Zinkelektrode centrisch eingesetzt eine mit einem Gemenge aus Graphit und Braunstein als Depolarisator umgebene cylinderförmige Kohlenelektrode. Beide Elektroden sind durch eine Salmiak enthaltende plastische Masse getrennt, welche als Elektrolyt dient. Das hohle Innere des Kohlencylinders enthält einen Vorrat ebensolchen Elektrolyts. Oberhalb der Depolarisationsmasse und des Elektrolyts befindet sich ein mit Holzmehl gefüllter Gasraum.

Das Element ist in ein Gefäss aus Papiermaché von quadratischer Grundfläche fest eingebaut, indem der Zwischenraum zwischen diesem Gefäss und dem Zinkbecher mit Holzmehl ausgefüllt ist. Ein Pechverguss, welcher nur ein Entgasungsrohr und die Ableitung der beiden Elektroden durchlässt, schliesst das Ganze luftdicht ab. EMK = 1,5 Volt.

Hellesen.

Das Hellesen-Patent-Trockenelement von Siemens & Halske zeigt Fig. 14. In den Zinkblechcylinder *a* ist centrisch der Kohlencylinder *b* eingesetzt, den die in einem Beutel von Nesselgaze befindliche Braunsteinmasse *d* umgiebt. Den Elektrolyt *c* bildet eine mit Salmiaklösung getränkte Gipsmischung. Die Porosität beider Massen erleichtert den Austausch der entwickelten Gase. Soweit diese nicht vom Depolarisator gebunden werden, treten sie in die aus Reisspreu bestehende Schicht *g* ein. Die Deckmasse *l* aus einem Gemisch von Asphalt und Wachs bildet den oberen Abschluss, hält die Kohlenelektrode fest und schützt zugleich die die Polklemme

tragende Messingkappe *h* vor der Zerstörung durch die Salmiaklösung. Der negative Poldraht *i* ist an den Zinkcylinder angelötet und oben mit einer geklöppelten Schutzhülle umgeben. Das Element ist in einen Pappkasten *o* eingebaut und wird darin durch die eingestopften Sägespäne *q* und eine Verstärkung der Deckschicht *m* festgehalten.



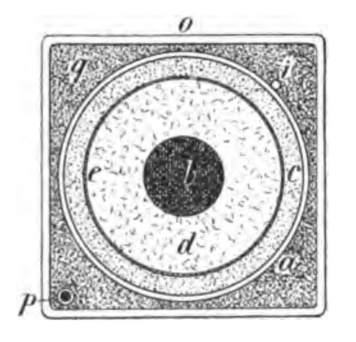


Fig. 14.

a	Zinkzylinder
b	Kohlenzylinder
c	Elektrolyt
d	Depolarisator
e	Nesselgaze
f	Paraffin
g	Reisspreuschicht
h	Messingkappe (:pos. Poldraht:)
i	Negativer Poldraht
k	Papierlage
l	Deckmasse
m	desgl., Verstärkung,
n	Asphaltmasse
o	Pappkasten
p	Glasrohr
q	Sägespäne
r	Ventilationslöcher.

Eine Eigentümlichkeit des Elements besteht in der Art, wie die austretenden Gase von der ihnen anhaftenden Feuchtigkeit, die durch mitgerissene Teilchen des Elektrolyts den Metallteilen gefährlich werden könnte, befreit werden. Der Zinkcylinder hat nämlich in Höhe der Spreuschicht vier Löcher *r*, durch welche die Gase in den äusseren Behälter treten, wo sie ihre Feuchtigkeit an die hygroskopischen Sägespäne abgeben. Durch das Glasrohr *p* entweichen die gereinigten Gase schliesslich nach aussen. Der Pappkasten ist 76 mm breit und tief und 164 mm hoch.

Einen Rückschluss auf das Verhalten der Trockenelemente im Mikrophonbetriebe gestatten die Messungen des Telegraphen-Versuchsamts in Berlin, deren Ergebnisse durch die Kurven der Fig. 15 und 16 ausgedrückt werden. Die gemessenen Elemente wurden jede Viertelstunde drei Minuten lang durch einen Widerstand von 5 Ohm hindurch selbstthätig geschlossen, was ungefähr den Verhältnissen entspricht, unter denen das Mikrophonelement bei einer stark benutzten Fernsprechstelle Strom abgiebt; in den Pausen zwischen je zwei Stromschliessungen konnte das bei Trockenelementen so wichtige Erholungsvermögen zur Geltung kommen.

Die Kurven der Fig. 15 veranschaulichen die von einem Hellesen-, einem Gassner- und einem nassen Kohlenelement gelieferten Stromstärken und geben zugleich die entnommenen Strommengen an, wobei jedes Quadrat eine Amperestunde darstellt. Die Stromstärke wurde ungefähr 30 Sekunden nach Stromschluss gemessen, sobald sie ziemlich konstant geworden war;

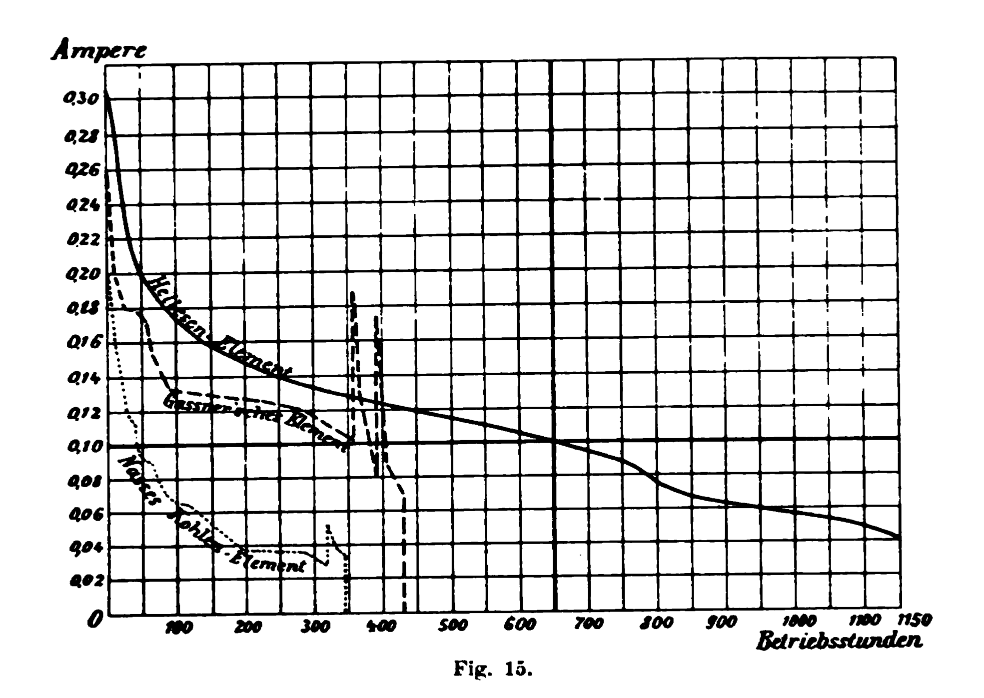
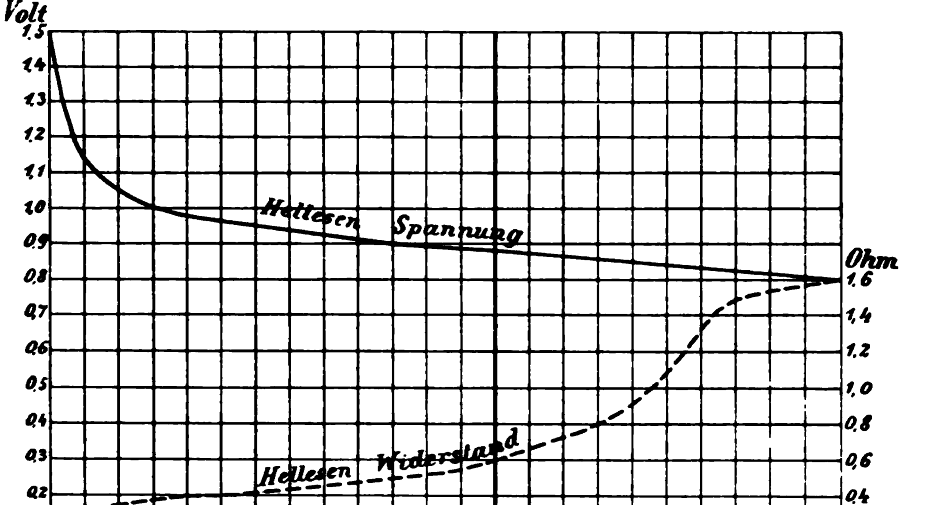


Fig. 15.



Anmerkung: 100 Betriebsstunden, (: ausschliesslich der Pausen, während deren der Stromkreis unterbrochen war :), entfallen auf 20,83 Kalendertage, der Versuch hat daher insgesammt 11,5 × 20,83 = rd. 240 Tage gedauert.

Fig. 16.

die angegebenen Betriebsstundenzahlen enthalten nur die Dauer des Stromschlusses von 3 Minuten für jede Viertelstunde, nicht auch die Pausen. Bei dem nassen Elemente war die Stromstärke schon nach etwa 40 Stromschlussstunden unter die im Mikrophonbetrieb erforderliche Mindeststärke von 0,1 Amp. gesunken, bei dem GASSNERschen Element erst nach rund 400 und bei dem Hellesenelement nach 650 Stunden. Während dieser Zeiten hatten das nasse Element etwa 6, das GASSNERsche 51 und das Hellesen-Element 92 Amperestunden Strom abgegeben. Die Spannungs- und die Widerstandskurve in Fig. 16 beziehen sich nur auf das Hellesenelement. Die EMK betrug anfangs 1,5 Volt und sank während der ersten 650 Betriebsstunden auf 0,88 Volt, in weiteren 500 Stunden auf 0,8 Volt, wogegen der innere Widerstand in denselben Zeiträumen von 0,2 auf 0,6, bez. 1,6 Ohm stieg. Beide Grössen wurden bei offenem Stromkreise gemessen. Bei fortschreitender Versuchszeit sank die Spannung nach erfolgter Schliessung des Elements durch 5 Ohm jedesmal in zunehmendem Maasse, z. B. am Ende des Versuchs in 30 Sekunden von 0,8 auf 0,42 Volt.

Es ist darauf zu achten, dass Trockenelemente nicht längere Zeit durch einen geringen Widerstand geschlossen bleiben, wie es z. B. im Mikrophonbetriebe vorkommt, wenn das Wiederanhängen des Fernhörers vergessen wird. Der starke Mikrophonstrom erschöpft das Element bei längerer Dauer völlig. Lässt man erschöpfte Trockenelemente längere Zeit ruhen, so erholen sie sich meist soweit, dass sie noch zum Wecken verwendet werden können.

3. Sekundärelemente oder Sammler.

Allgemeines.

Ein Kupferelement werde solange geschlossen, bis die Kupfervitriollösung gänzlich zersetzt ist. Das Element ist dann gewissermaassen entladen, denn es würde bei weiterem Stromschlusse schnell unwirksam werden, weil sich Zink auf der Kupferplatte ausscheiden müsste und sich dann zwei Zinkelektroden gegenüberständen. Wird das Element nun in den Stromkreis einer stärkeren Batterie so eingeschaltet, dass deren Strom in der Richtung vom Kupfer zum Zink hindurchfliesst, so wird an der Kupferelektrode Kupfer aufgelöst und Kupfersulfat gebildet, an dem Zinkring aber Zink ausgeschieden; der chemische Vorgang im Element ist also umgekehrt worden. Sobald sich auf diese Weise eine genügende Menge Kupfersulfat gebildet hat, kann das Element als neu geladen bezeichnet werden, denn es vermag nunmehr wieder selbst Strom zu liefern. Es ist im Element gleichsam eine gewisse Elektrizitätsmenge angesammelt worden, die es später wieder von sich geben kann. Auf diesem Prinzip beruhen die elektrischen Sammler oder Akkumulatoren, auch Sekundär-Elemente genannt. Ein Sammler ist ein galvanisches Element, das nur nach vorheriger Ladung Strom giebt, und in welchem beim Laden mit fremdem Strome elektrische Energie in chemische umgewandelt wird, beim Entladen aber die chemische Energie wieder in elektrische übergeht.

Die gebräuchlichen Sammler enthalten Elektroden von Blei und als Füllung verdünnte Schwefelsäure. Man verwendet Bleiplatten von grosser Oberfläche und stellt sie möglichst nahe einander gegenüber. Im geladenen Zustand ist die negative Platte mit einer Schicht von porösem,

schwammigem Blei, die positive mit einer Schicht Bleisuperoxyd bedeckt. Bei der Entladung verwandelt sich ein grosser Teil beider Schichten, der „aktiven Masse“, in Bleisulfat. Die Herstellung dieser Schichten erfolgt in verschiedener Weise, z. B. durch Auftragen von Mennige (Bleitetroxyd) auf die gereifelten oder gitterförmigen Platten und oft wiederholtes Laden und Entladen (Formieren). Je tiefer die Schicht, um so mehr Elektrizität vermag der Sammler aufzuspeichern, um so grösser ist also seine Kapazität. In den Sammlern von Böse besteht jede Platte aus einem Rahmen von Hartblei, der ganz mit aktiver Masse gefüllt ist; zur Herstellung der letzteren dienen Bleioxyde, die in den Rahmen eingestrichen und durch einen chemischen Prozess in eine steinharte Masse verwandelt werden. Die Sammler der Elektrizitätsgesellschaft Gelnhausen enthalten auf den gerippten Bleiplatten Bleistaub, gemischt mit einem neutralen Körper. Andere Fabrikanten verwenden als Platten Bleigitter und streichen die aktive Masse in die Maschen des Gitters ein. Die Sammler von Correns haben als Platten zwei gegen einander versetzte Gitter, deren Maschen sich nach aussen verengen; diese Bauart soll das Herausfallen der aktiven Masse verhindern. Die Platten der Sammler von Hagen haben ebenfalls Doppelgitter, die aber nicht gegen einander versetzt sind. Die Tudorschen Sammler enthalten sog. Grossoberflächenplatten, auf deren gerippte oder mit Zähnen besetzte Oberflächen die aktive Masse aufgestrichen ist.

Wird eine Sammlerzelle zum Zwecke der Ladung mit der Ladebatterie verbunden (die positive Platte mit dem + Pole), so verwandelt sich an der positiven Platte Bleisulfat in Bleisuperoxyd und es scheidet sich an der negativen Platte Bleischwamm aus; dabei bildet sich Schwefelsäure, so dass der Prozentgehalt der Flüssigkeit an freier Säure während der Ladung zunimmt.

Die Zelle enthält ungeladen:

— Platte $Pb, PbSO_4 \mid H_2O, xH_2O, OH_2 \mid SO_4Pb, Pb$ + Platte;

sie enthält nach der Ladung:

— Platte $Pb, Pb \mid SO_4H_2, xH_2O, H_2SO_4 \mid O_2Pb, Pb$ + Platte.

Die Ladung ist beendet, sobald eine lebhafte Ausscheidung von Gasblasen (Wasserstoff) in der Zelle eintritt, oder sobald die vorgeschriebene Klemmenspannung oder die vorgeschriebene Säuredichte erreicht ist. — Bei der Entladung ist die Bleisuperoxydplatte der + Pol; es wird dabei an der negativen Platte Bleischwamm zu Bleisulfat umgebildet, an der positiven Platte aber Bleisuperoxyd, das als Depolarisator wirkt, unter Bildung von Bleisulfat und Wasser reduziert, also der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt. Die EMK beträgt im Durchschnitt 2 Volt.

Die Strommenge, in Amperestunden ausgedrückt, die ein geladener Sammler von sich giebt, heisst seine Kapazität; sie beträgt bei den besseren Typen bis 97 % der dem Sammler beim Laden zugeführten Strommenge.

Näheres über die Akkumulatoren ist im V. Bande enthalten. Hier soll nur auf einige im Telegraphen- und Fernsprechbetriebe gebräuchlichen Sammlertypen, welche bedeutend kleiner sind als die Akkumulatoren der Starkstromtechnik, eingegangen werden.

Sammler für den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb.

Allgemeines. Eine gut unterhaltene Sammlerbatterie bildet eine Stromquelle von sehr gleichmässiger Spannung und eignet sich wegen ihres äusserst geringen inneren Widerstandes (0,05 Ohm für die Zelle) vorzüglich als gemeinschaftliche Batterie für eine beliebige Anzahl von Arbeitsstromleitungen.

Zu dem Vorteile der Raumersparnis, den die Verwendung einer gemeinsamen Sammlerbatterie darbietet, tritt beim Betriebe von Kabelleitungen der weitere Nutzen einer merklichen Betriebsverbesserung dadurch, dass der Sammlerstrom die Ladung des Kabels beschleunigt und deshalb eine grössere Telegraphiergeschwindigkeit und ein besseres Arbeiten ermöglicht. Auch für den Mikrophonbetrieb sind Sammler bei Vermittelungsanstalten sowohl wie bei Sprechstellen Primärelementen vorzuziehen; bei ersteren ermöglichen sie die Verwendung einer gemeinsamen Mikrophonbatterie für das ganze Amt.

Die zum Telegraphenbetriebe dienenden Sammlerzellen haben eine Kapazität von etwa 15 Amperestunden, dagegen die Sammler für Mikrophonbetrieb, da sie viel kräftiger beansprucht werden, eine solche von 30 bis 40 Amperestunden. Zum Laden der Telegraphensammler dienen meist Batterien aus Kupferelementen, bei einigen Telegraphenämtern jedoch wird der erforderliche Ladungsstrom aus einer im Dienstgebäude vorhandenen Starkstromanlage oder einem städtischen Elektrizitätswerk entnommen. Sammler für Mikrophonbetrieb werden nur aus Starkstromanlagen geladen. Zum Laden sind die beiden Pole der Sammlerbatterie mit den gleichnamigen Polen der Ladestromquelle zu verbinden.

a) Sammler für Telegraphenbetrieb.

Böse. 1. Der Sammler von Böse. — Das Element enthält in einem viereckigen Glasgefäss eine positive und zwei negative Platten von 12 cm Höhe, $9^1/_2$ cm Breite und 5 mm Stärke. Die Platten sind, damit sie sich nicht verschieben, in Nuten der Glaswände eingeschoben und liegen mit zwei an ihrem oberen Rande sitzenden Vorsprüngen auf einem Auflager, welches durch eine Erweiterung des Glasgefässes im oberen Teile gebildet wird. Die positive Platte von brauner bis schwarzer Farbe hängt zwischen den beiden grauen negativen Platten. Zur Verbindung mit den Nachbarzellen oder als Polende hat jede Platte ein Ansatzstück; die Verbindung erfolgt durch Bleischienen, die mit den Plattenansätzen vergossen werden. Gefüllt wird die Zelle bis über die Plattenoberkante mit verdünnter Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,2 (27,1 prozentige, 24^0 Beaumé). Das Glasgefäss ist mit einem gläsernen Deckel geschlossen, in welchem sich Öffnungen für die Polenden und zum Nachfüllen von Säure befinden.

Elektrizitätsgesellschaft Gelnhausen. 2. Der Bleistaub-Sammler der Elektrizitätsgesellschaft Gelnhausen. — Auf die Platten sind ziemlich hohe Rippen aufgesetzt; letztere haben am äusseren Rande Verbreiterungen, so dass zwischen ihnen kastenartige Räume entstehen. In diese ist die aktive Masse, ein Gemisch von Bleistaub mit einem neutralen Körper eingestrichen. Jede Zelle enthält 2 positive und 3 negative Platten. Die Platten sind an zwei in das Glasgefäss eingestellten gläsernen Stützplatten aufgehängt, indem sie mit je zwei Ansätzen am oberen und unteren Rande in Löcher der Stützplatten ein-

greifen. Verbunden sind die zusammengehörigen Platten jeder Zelle durch einen Bleisteg, in dessen Mitte aufrecht ein bleierner Poldraht angebracht ist. Als Verschluss hat das Glasgefäss einen gläsernen Einlagedeckel mit 3 Oeffnungen für die Poldrähte und zum Nachfüllen.

Akkumulatorenfabrik Berlin.

3. Der Sammler der Akkumulatorenfabrik, Aktiengesellschaft in Berlin (Fig. 17). — Er enthält zwei negative Gitterplatten und eine positive (massive) Grossoberflächenplatte. Die Platten werden durch Glasansätze auseinander gehalten, die von der Mitte der Schmalseiten des Glasgefässes aus nach unten weiter ausladen. An der unteren Verengungsstelle des Gefässes ruhen die Platten mit kleinen seitlichen Ansätzen in den Glaswänden. Der gläserne Verschlussdeckel hat an der unteren Fläche zwei mit je drei Einschnitten versehene Ansätze, welche die Platten im oberen Teile voneinander getrennt halten. Die negativen Platten sind durch einen Bleisteg verbunden. Auf diesem und auf der positiven Platte stehen zwei Polansätze, die aufgelötete Messingschrauben mit Flügelmuttern als Polklemmen tragen. Zum Schutze gegen die schädlichen Einwirkungen der Schwefelsäure sind die Polansätze unterhalb der Schrauben mit kleinen ringförmigen Ölbehältern umgeben; das in diese zu giessende Öl umgiebt die Stelle, an welcher Bleistab und Messingschraube miteinander verlötet sind. Gefüllt werden die Zellen mit verdünnter Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,18 (22° Beaumé) bis 5 mm über die Plattenoberkante. Die beiden Polansätze greifen durch Öffnungen des Deckels hindurch. Die Verbindung mit den Nachbarzellen erfolgt bei diesen Sammlern nicht durch angelötete Bleischienen, sondern durch isolierten Zimmerleitungsdraht mit Hülfe der Polklemmen.

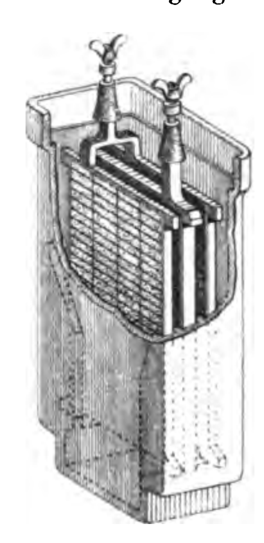


Fig. 17.

Schaltung u. Behandlung einer Sammlerbatterie.

Schaltung und Behandlung einer Sammlerbatterie für den Telegraphenbetrieb. Bei den meisten Telegraphenämtern genügen zwei Sammlerbatterien von je 40 Zellen, die eine für die mit positivem, die andere für die mit negativem Strome zu betreibenden Leitungen. Jede solche Batterie liefert rd. 80 Volt Spannung, reicht aber für Leitungen aus, zu deren Betrieb bis 120 Kupferelemente erforderlich sind. Bedarf man für einzelne Leitungen höherer Spannungen, so wird, falls es sich nicht um Gegensprechleitungen handelt, der Sammlerbatterie eine entsprechende Anzahl Kupferelemente vorgeschaltet.

Die Sammlerbatterien werden in verschliessbaren Schränken aus Kiefernholz untergebracht. Ein solcher Schrank nimmt 4 Reihen zu 10 Zellen, zusammen also 40 Sammler auf. Die Vorderseite des Schrankes bildet eine Doppelthür mit Glasfüllung. Der besseren Isolation wegen stehen die Zellen im Schranke nicht unmittelbar auf dem Holze, sondern auf Ebonitröhren.

Die in der Reichstelegraphie gebräuchliche Schaltung einer Sammlerbatterie von 40 Zellen ist in Fig. 18 veranschaulicht.

Der eine Batteriepol liegt an Erde. Von dem anderen Pole des 10., 20. u. s. w. Elements sind Abzweigungen nach einem Schaltbrette geführt, die also die Spannungen 20, 40 u. s. w. Volt darstellen. Die Abzweigungen werden in der Weise hergestellt, dass an den betr. Polen erst 10 cm lange

Bleistreifen angeschmolzen und an diese isolierte Kupferdrähte angelötet werden. Die Abzweigdrähte endigen auf dem Schaltbrett an Messingschienen mit je sechs Klemmen.

Unmittelbar mit den Leitungen dürfen die Abzweigungen nicht Verbindung erhalten, da dann beim Auftreten von Erdschlüssen oder Berührungen in den Leitungen oder Zuführungsdrähten Teile der Batterie kurz

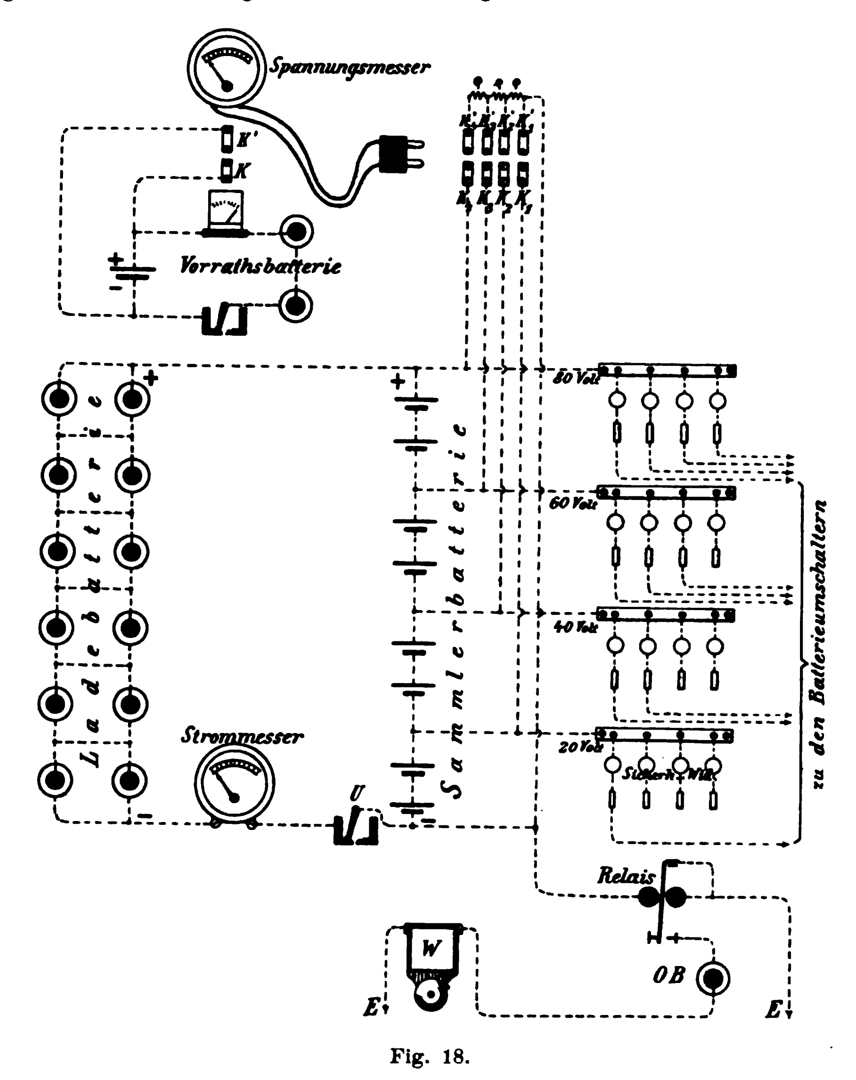


Fig. 18.

geschlossen werden könnten, was unter allen Umständen zu verhüten ist. Denn der bei Kurzschluss entstehende Strom ist so stark, dass er die Zellen und Apparate zerstören, die Drähte ins Glühen bringen und Schadenfeuer verursachen kann. Man schaltet deshalb in die Batteriezuführungen entweder Schmelzsicherungen oder Sicherheitswiderstände ein, und zwar im letzteren Falle für jedes Volt Spannung 1 Ohm. Jene unterbrechen den Stromweg, wenn die Stromstärke über die zulässige Höhe ansteigt, diese gestatten dem Strome höchstens bis zu 1 Ampere anzuwachsen. Jeder Sicherheitswiderstand besteht aus einer Messingröhre auf Holzfuss,

die mit isoliertem Rheotan- oder Thermotandrahte bifilar umwickelt ist; das eine Drahtende wird auf dem Schaltbrett an eine Klemme der erwähnten Messingschiene, das andere Ende an eine daneben angebrachte kurze Klemmschiene (Abzweigklemme) gelegt. Von letzterer führt ein isolierter Draht weiter nach einer Schiene des Batterieumschalters. Von einer Messingschiene, z. B. derjenigen mit der Spannung 60 Volt, können mehrere Zuleitungen nach dem Batterieumschalter geführt werden, jede unter Einschaltung eines Sicherheitswiderstandes von 60 Ohm oder einer Schmelzsicherung. Jede der betreffenden Schienen des Batterieumschalters stellt alsdann den Pol einer besonderen Batterie dar, die auf jedes Volt Spannung 1 Ohm inneren Widerstand hat. Auf eine solche Umschalterschiene können gestöpselt werden: bei Morsebetrieb bis zu 10 Luft- oder 5 Kabelleitungen, bei Hughesbetrieb bis zu 5 Luft- oder 3 Kabelleitungen, beim Gegensprechen nur 1 Leitung. Die Sicherheitswiderstände werden entweder in Schränken untergebracht oder auf dem Schaltbrett unter einem Schutzkasten befestigt.

Signalvorrichtung. — Um zu verhüten, dass Energie durch falsche Stöpselung im Batterieumschalter (Kurzschluss oder Erdschluss) nutzlos verloren geht, ist in die Erdleitung der Sammlerbatterie ein Relais von $1/2$ Ohm Rollenwiderstand eingeschaltet; das Relais spricht auf 1 Ampere Stromstärke an und schliesst dabei einen Weckerstromkreis. Steigt also der Batteriestrom auf 1 Ampere an, so ertönt der Wecker und macht dadurch auf die unzulässig hohe Beanspruchung der Batterie aufmerksam. Von der Betriebsfähigkeit dieser Vorrichtung hat sich der Aufsichtsbeamte täglich mindestens zweimal zu überzeugen, indem er eine Batteriezuleitung auf einen Augenblick mit Erde verbindet. Ausserdem ist stets darauf zu achten, dass keine Leitungsschiene des Batterieumschalters mit mehr als einer Batterieschiene verbunden ist.

Ladung mit Kupferelementen. — Zum Laden wird die aus Kupferelementen bestehende Ladebatterie der Sammlerbatterie gegengeschaltet, d. h. die gleichnamigen Batteriepole werden miteinander verbunden. Bei Bemessung der Ladebatterie nimmt man an, dass jede zu speisende Leitung dauernd 2 Milliampere Strom braucht. Sind also z. B. aus der Sammlerbatterie von 40 Zellen 60 Leitungen zu speisen, so muss die Ladebatterie $60 \cdot 0{,}002 = 0{,}12$ Ampere Strom hergeben. Ein solcher Strom wird erzeugt durch zwei parallel geschaltete Reihen von je 120 Kupferelementen, denn diese geben, da ihre Spannung von 120 Volt die Sammlerspannung von 80 Volt um 40 Volt übersteigt, einen die Sammlerbatterie durchfliessenden Ladestrom von $\frac{40}{\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 120} = 0{,}133$ Ampere. Die Stärke des Ladestroms kann an einem dauernd eingeschalteten Strommesser jederzeit abgelesen werden.

Messungen. — Der elektrische Zustand der Sammlerbatterie muss fortlaufend sorgfältig überwacht werden. Dies geschieht durch Messung ihrer Klemmenspannung. Zu dem Zwecke ist von jedem Abzweigungspunkte der Batterie ein isolierter Draht zu einem zweiten Schaltbrette geführt und endet daselbst an einer Messingklemme K_1 bis K_4. Die Klemmen mit den Spannungen 20, 40 u. s. w. Volt befinden sich in einer Reihe in gleichen Abständen nebeneinander; ihnen gegenüber ist in denselben Abständen eine zweite Reihe Klemmen K'_1 bis K'_4 angeordnet, von denen die erste mit Erde und jede Klemme mit der Nachbarklemme durch eine Drahtrolle ϱ vom Widerstande des Spannungsmessers verbunden ist. Die Verbindung der Klemmen mit dem Spannungsmesser vermittelt eine an diesem befestigte

Doppelleitungsschnur, deren in Stifte auslaufende Enden mittelst eines Ebonitgriffs an je zwei Klemmen gedrückt werden können. Legt man die Schnurstifte an zwei Klemmen der ersten Reihe, z. B. K_3 und K_4, so zeigt das Messinstrument die Spannung der zwischen ihnen liegenden Reihe von 10 Sammlern an; legt man die Stifte an zwei gegenüberstehende Klemmen beider Reihen, so ergiebt sich die Spannung der betreffenden Batterieabzweigung, wenn man die abgelesene Voltzahl mit der Klemmennummer multipliziert. Z. B. erhält man zwischen den Klemmen K_1 und K'_1 die Spannung der ersten 10 Zellen zu rd. 20 Volt; zwischen den Klemmen K_2 und K'_2 erhält man ungefähr denselben Ausschlag am Instrument, weil in der Abzweigung des Messinstrumentes zwar ein Spannungsunterschied von rd. 40 Volt, aber zugleich ein doppelt so grosser Widerstand als vorher vorhanden ist, sodass die Stärke des Zweigstroms dieselbe bleiben muss.

Für gewöhnlich ist die Klemmenspannung der Batterie an den einzelnen Gruppen von 10 Zellen täglich zweimal zu messen: bei Beginn des Tagesdienstes und gegen Abend. Gleichzeitig ist die Stärke des Ladestroms abzulesen. Die Ergebnisse werden in ein Tagebuch eingetragen.

Unterhaltung. — Hat die unterste Sammlergruppe eine Spannung von 23 Volt (= 2,3 Volt für die Zelle) erreicht, so ist die Ladung mittelst des Umschalters U zu unterbrechen. Andererseits soll die Spannung einer Gruppe nicht unter 19,5 Volt (= 1,95 Volt für die Zelle) sinken. Findet sich eine fehlerhafte Gruppe (mit zu geringer Spannung), so ist die Spannung der einzelnen Zellen mittelst eines Präcisions-Spannungsmessers zu prüfen. Zur Auswechselung fehlerhafter Zellen sind 5 Vorratszellen vorhanden, die zu einer Batterie verbunden und durch Gegenschaltung gegen eine besondere Ladebatterie stets unter Ladung gehalten werden; zur Kontrole ihres Ladestroms dient ein eingeschaltetes Galvanoskop.

Beim Sinken des Flüssigkeitsspiegels in den Zellen ist verdünnte Schwefelsäure nachzugiessen; diese wird bereitet, indem man Füllsäure vom spez. Gewicht 1,2 mit $^1/_8$ Raumteil destillierten Wassers verdünnt.

b) Sammler für Fernsprechbetrieb.

α) Für Mikrophonstromkreise bei Sprechstellen.

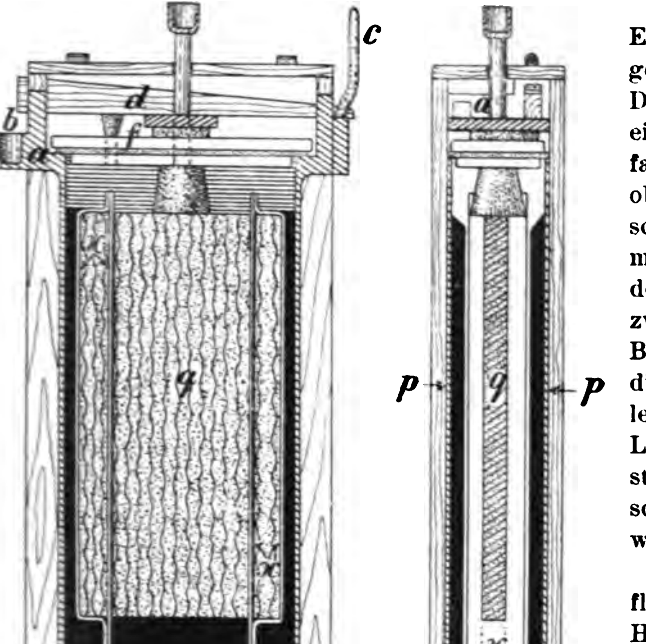
Zum Betriebe des Mikrophons und gleichzeitig als Kontrolelement bei Fernsprechstellen dient eine in einen hölzernen Kasten eingebaute Sammlerzelle. An dem gewöhnlich mit Einschiebedeckel versehenen Kasten ist ein umlegbarer eiserner Tragbügel angebracht. Die Pole der Zelle sind mit zwei Messingklemmen verbunden, die an der Aussenseite des Kastens auf Ebonitunterlagen sitzen. Der Deckel des Glasgefässes ist im Kasten mit säurebeständiger Kitt- oder Vergussmasse sorgfältig abgedichtet. Eine in die Kastenwand geschnittene Öffnung gestattet, den Flüssigkeitsstand von aussen zu beobachten. Die Sammler von Hartung zeigen hinsichtlich der Einschaltung und der Abdichtung wesentliche Abweichungen von der allgemeinen Form.

Die Neuladung der Zellen erfolgt bei bestimmten Ladestellen; sie müssen zu dem Zwecke von Zeit zu Zeit gegen vollgeladene Zellen ausgewechselt werden.

Hartung (Thüringer Elektrizitäts-A.-G.).

1. Sammler von Hartung (Thüringer Elektrizitäts Aktien-Gesellschaft Berlin) (Fig. 19). Die negative Platte p bildet gleich-

zeitig das Sammlergefäss; hierdurch wird die bei den übrigen Systemen zur Aufnahme der negativen und positiven Platten erforderliche Glas-Celluloid- oder Hartgummizelle entbehrlich und ferner kann, da nur noch der positive Poldraht durch den Deckel zu führen ist, die mit Säure angefüllte Zelle leicht abgedichtet werden.



Die Zelle bez. negative Elektrode *p* ist aus hartgezogenem Blei hergestellt. Der Boden der Zelle ist durch ein besonderes Schweissverfahren eingesetzt, und am oberen Ende ist das Abschlussstück *a* aus Hartblei mit dem Polnäpfchen *b* und dem Polansatz *c* (für Ladezwecke) angeschweisst. Zur Befestigung des Glasdeckels dienen paraffinierte Holzkeile *d*, die durch entsprechende Löcher in zwei gegenüberstehenden Ansätzen des Abschlussstückes *a* eingeschoben werden.

Die positive Grossoberflächenplatte *q* ruht in den Hartgummi- oder Celluloidgabeln *x* und wird hierdurch gegen die durch die Zellenwände gebildeten negativen Platten isoliert. Das positive Polende ist durch die Mitte

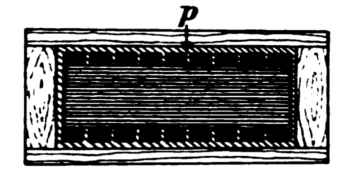
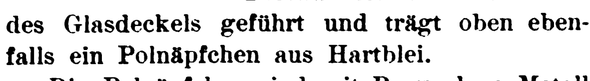


Fig. 19.


des Glasdeckels geführt und trägt oben ebenfalls ein Polnäpfchen aus Hartblei.

Die Polnäpfchen sind mit Rose schem Metall gefüllt; zum Einschmelzen der Poldrähte in die Näpfchen genügt die Erwärmung durch eine gewöhnliche Kerzenflamme. Auf diese Weise wird die denkbar günstigste Verbindung zwischen Zelle und Zuführungsdrähten erreicht. Ein besonderer Vorzug der Zelle, deren gewöhnliche Ausführung eine Kapazität von 40 Amperestunden hat, ist insbesondere auch der sichere Abschluss des positiven Poles gegen die Säure. Der Abschluss verhindert das Emporkriechen der Säure. Die entstehenden Gase entweichen durch das in den Deckel eingelassene Loch *f*; beim Transport der Zelle wird dieses Loch durch einen von den Verschlussteilen festgehaltenen Gummistopfen verschlossen.

Die Sammlerzelle ist in einen Holzkasten eingebaut, der unmittelbar unter den Fernsprechapparat an die Wand gehängt wird. Dieser Sammler erscheint für den Mikrophonbetrieb in den Teilnehmersprechstellen besonders geeignet.

Böse.

2. Sammler von Böse. — Die Zelle enthält 1 positive und 2 negative Platten in einem Gefäss aus Glas oder Celluloid. Die Schmalseiten der

Glasgefässe sind mit Stegen (Einbuchtungen) zum Auseinanderhalten der Platten versehen; zu gleichem Zwecke sind in die Celluloidgefässe Celluloidstreifen eingeklebt. Durch die Vergussmasse über dem Deckel führt ein Gummirohr zur Nachfüllöffnung.

Akkumulatorenfabrik Berlin.

3. Sammler der Akkumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft in Berlin. — Die Zelle enthält drei positive und vier negative Platten von derselben Beschaffenheit wie unter *a* 3. Die Platten stehen auf zwei durch Hartgummistäbe verbundenen Gummikämmen, deren Zinken zur Isolation der Platten voneinander und von der Wand dienen. Zur Sicherung der Isolation ist noch auf jede positive Platte in der Mitte zwischen beiden Kämmen eine Hartgummigabel aufgesteckt. Als Gefäss dient unmittelbar der innen mit Blei ausgeschlagene Kasten aus Buchenholz, welcher oben durch einen Ebonitdeckel fest verschlossen ist. Der Raum seitlich des Deckels ist mit säurebeständiger Vergussmasse abgedichtet, die Nachfüllöffnung im Deckel mit einem durchlochten Weichgummipfropfen geschlossen. Die beiden Polansätze der Platte sind mit den aufgesetzten messingenen Polklemmen, zum Schutze gegen die Angriffe der Säure, in kleinen halbkugelförmigen Ölbehältern verlötet, in welchen das Öl die heraustretenden Polklemmen rings umgiebt.

Pollak.

4. Sammler von Pollak. — Im Glasgefässe befinden sich drei negative und zwei positive Gitterplatten. Erstere ruhen auf einem bleiernen Bodenstege, dessen Träger an die Unterseite der Platten fest angelötet sind. Die positiven Platten hängen an Hartgummistäben, die auf der Oberkante der negativen Platten aufliegen. Die zusammengehörigen Platten sind durch Ansätze und Streifen von Blei untereinander verbunden, dagegen von den ungleichnamigen Platten durch Glasröhren isoliert. Das spez. Gewicht der Füllsäure beträgt 1,2.

Gülcher.

5. Sammler von Gülcher. — Die vier positiven und vier negativen Platten bestehen aus Bleirahmen mit einem als Träger der wirksamen Masse dienenden Gewebe von Bleidrähten und feinster Glaswolle. Sie sind in ein durchbrochenes Hängelager aus Hartgummi eingesetzt und je mit einer Schicht Glaswolle umgeben. Das Glasgefäss ist mit einem Hartgummideckel geschlossen. Die Füllsäure hat das spez. Gewicht von 1,23.

Bolle (Berliner Akkumulatoren- und Elektrizitätsgesellschaft.

6. Trockensammler von O. Bolle. — (Berliner Akkumulatoren- und Elektrizitätsgesellschaft.) In Einschnitten des Glasgefässes stehen eine positive und zwei negative Platten. Die Elektroden sind Masseplatten nach Art der Böseschen Masseplatte, jedoch mit einer unter Verwendung von Pyridin oder Phenol hergestellten Füllmasse. Durch diese Beimengung sollen die Platten poröser und dabei doch fester und haltbarer werden. Der Elektrolyt besteht aus einer mit Schwefelsäure getränkten, nicht gelatinösen Trockenfüllung, welche jahrelang haltbar bleibt. Neuerdings werden die Elektroden aus grossmaschigen Bleigitterrahmen mit eingestrichener Masse hergestellt, wodurch die Vorteile der Masseplatte mit der grösseren Haltbarkeit und Ladefähigkeit der Gitterplatte vereinigt werden.

β) Für Vermittelungsanstalten.

Als Mikrophon-, Kontrol- und Weckbatterien bei Vermittelungsanstalten kommen Bösesche Sammler in Holzkästen zur Verwendung. Ursprünglich wurden Kästen mit je vier Zellen der Type D IV benutzt, wie sie zur Beleuchtung der Bahnpostwagen in Gebrauch sind. Seit längerer Zeit schon werden indes Zellen mit halb so breiten Platten beschafft, von denen acht Stück in einem Kasten Platz finden. Jede Zelle enthält eine positive und

zwei negative Platten und hat eine Abgabefähigkeit von mindestens 36 Amperestunden. Das Zellengefäss besteht aus Celluloid und ist oben mit Celluloidplatten säuredicht abgeschlossen. Zum Einfüllen der Säure ist eine Öffnung mit Stutzansatz und Deckel vorhanden. Der Kasten von Eichenholz ist aussen mit säurefestem Lack, innen mit Celluloidmasse gestrichen und hat an jeder Stirnseite einen Handgriff; er ist 44 cm lang, 22 cm breit und 29 cm hoch. An der einen Stirnseite befinden sich zwei Polklemmen auf Ebonitunterlagen, an welche der + Pol der ersten und der — Pol der achten Zelle gelegt sind. An einer Langseite sitzen in zwei Reihen je acht Klemmen; die eine Klemmenreihe ist mit den positiven, die andere mit den negativen Polen der einzelnen Zellen verbunden. Man kann mit Hülfe dieser Klemmen die Zellen sowohl neben- als hintereinander schalten. Ein an der zweiten Langseite des Kastens angebrachter Längsschlitz gestattet den Rand der Flüssigkeit zu beobachten.

Bei grösseren Vermittelungsanstalten sind von diesen Batteriekästen erforderlich: drei oder vier Stück mit 24 oder 32 parallel geschalteten Zellen als gemeinsame Mikrophonbatterie für sämtliche Abfrageapparate, ein oder zwei Kästen mit hintereinander geschalteten Zellen (also 16 oder 32 Volt) zum Anrufen im Ortsverkehre, drei Kästen (= 48 Volt) zum Wecken im Fernverkehre und u. U. ein Kasten (= 16 Volt) zum Aufrichten selbsthebender Klappen. Den Kontrolstrom liefert eine einzelne Zelle in einem Holzkasten. Ein zweiter gleicher Satz von Batteriekästen muss als Vorrat vorhanden sein.

Zum Laden dieser Batterien ist eine Ladestelle in möglichster Nähe des Apparatsaals eingerichtet, in welcher die Kästen dauernd verbleiben, und von wo die nötigen Drahtverbindungen nach den Apparaten führen. Die Sammlerkästen stehen auf Gestellen oder in Schränken; auf der Decke des Schrankes sind die Umschalter, Vorschaltewiderstände, Schmelzsicherungen, Betriebs-Spannungsmesser u. s. w. angeordnet. Den Ladestrom liefert eine Starkstromanlage für Gleichstrom. Steht nur Wechselstrom zur Verfügung, so muss dieser durch einen Wechselstrom-Gleichstromumformer in Gleichstrom umgewandelt werden. Zum Laden sind die Zellen der einzelnen Kästen hintereinander zu schalten; ob mehrere Kästen in Reihe geschaltet werden können, richtet sich nach der verfügbaren Ladespannung. Jede Zelle soll so lange geladen werden, bis ihre Spannung auf 2,4 Volt gestiegen ist; sie gilt als entladen, sobald ihre Spannung im Betrieb unter 1,9 Volt gesunken ist. Die Spannung der in Betrieb stehenden Batterien ist täglich bei Dienstbeginn und Abends nach Dienstschluss zu messen. (Vergl. im übrigen das Kapitel über Stromlieferungsanlagen bei grösseren Vermittelungsanstalten.)

4. Kosten des Stromverbrauchs bei Telegraphenämtern.

Die von Primärelementen gelieferte Energie, mag sie direkt zum Telegraphieren oder zunächst zum Laden von Sammlern verwendet werden, stellt sich natürlich teurer als die gleiche Energiemenge, welche aus einer zu anderen Zwecken vorhandenen Dynamomaschine oder einem Elektrizitätswerk entnommen wird. Dieser Preisunterschied kann indes für die Wahl der Stromquelle nicht ausschlaggebend sein, da es sich im Telegraphenbetrieb überhaupt nur um sehr geringe Mengen elektrischer Energie handelt und das Hauptgewicht stets auf möglichst grosse Betriebssicherheit zu legen ist. Der Bedarf an elektrischer Energie übersteigt selbst bei den grössten Telegraphen-

ämtern kaum den einer einzigen sechzehnkerzigen Glühlampe und bleibt meist erheblich darunter. Während die Glühlampe rund 50 Watt verzehrt, also bei täglich zehnstündiger Brenndauer im Jahre 182,5 Kilowattstunden verbraucht, stellt sich der Verbrauch bei dem Haupt-Telegraphenamt in Berlin auf ungefähr 200, bei den Telegraphenämtern in Hamburg, Köln, Frankfurt (Main) auf 60 bis 70 Kilowattstunden im Jahre, wofür bei Entnahme aus einem Elektrizitätswerke, da die Kilowattstunde (in Berlin) 16 Pfg. kostet, 32 bzw. 10 bis 11 Mk. aufzuwenden wären. Aus Gründen der Betriebssicherheit ist es jedoch nicht zu empfehlen, die Telegraphenleitungen direkt aus einem Elektrizitätswerke zu speisen; besser schon erscheint die amerikanische Einrichtung, an das Netz des Werkes einen Elektromotor anzuschliessen und diesen eine besondere Gleichstrommaschine treiben zu lassen, von welcher der Strom den Geberapparaten zugeführt wird. Hierdurch wird aber, zumal die Maschinen in doppelter Garnitur vorhanden sein müssen, die Anlage wieder erheblich verteuert, ohne doch die Betriebssicherheit einer Sammleranlage zu gewähren. Eine Sammlerbatterie verdient daher als Stromquelle im Telegraphenbetriebe den Vorzug.

Vergleichende Berechnungen über die Kosten des Stromes bei Benutzung von Primär- und Sekundärbatterien sind von Strecker (Elektrotechn. Zeitschr. 1893, S. 287) veröffentlicht worden. Sie beziehen sich auf die Verhältnisse des Berliner Haupt-Telegraphenamtes im November 1892, wofür 269 Leitungen mit einer jährlichen Nutzarbeit von 170 Kilowattstunden erforderlich waren: entweder 12 770 Kupferelemente oder 170 Sammlerzellen, von rund 1000 Kupferelementen geladen, oder 210 Sammler, aus einem Elektrizitätswerke geladen. Es berechnen sich die Kosten

bei Verwendung von		der Anschaffung zu Mk.	des Betriebs jährlich zu Mk.
Kupferbatterien		14 000	7200
Sammlern, geladen aus	Kupferbatterie .	4500	3500
	Elektrizitätswerk	7000*)	1500

Jede Leitung erfordert also täglich im Durchschnitt für 8,4 bez. 3,5 bez. 1,5 Pfg. Strom, das sind Beträge, die hinter den Kosten für Papierstreifen (8 bis 10 Pfg. pro Apparat), Farbe und Schmieröl zurückbleiben.

Für kleinere Ämter ändert sich das Verhältnis der Betriebskosten zu Gunsten der Ladung aus Kupferelementen. So stellen sich bei einem Amte mit 75 Leitungen und 50 Kilowattstunden Energiebedarf die Kosten

für		der Anlage auf Mk.	des Betriebs jährlich auf Mk.
Kupferbatterien		4100	2100
Sammler, geladen aus	Kupferbatterie .	3000	1050
	Elektrizitätswerk	6000	1260

Daraus geht hervor, dass selbst bei Ämtern von dem Umfange desjenigen in Hamburg die Verwendung von Sammlerbatterien mit Ladung aus Kupferelementen auch in finanzieller Hinsicht den Vorzug verdient. —

*) Davon entfallen 3000 Mk. auf zwei grosse Walzenumschalter.

B. Gesetze des elektrischen Stromes.

Die Lehre von der Elektrizität ist im ersten Bande des Handbuchs („Elektrophysik") ausführlich behandelt worden. Hier soll nur eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Begriffe und Gesetze gegeben und im Anschluss daran auf die für die Telegraphie speciell in Betracht kommenden Abschnitte näher eingegangen werden.

Coulombsches Gesetz. Coulombsches Gesetz. Zwei Elektrizitätsmengen e und e' im Abstand r voneinander wirken aufeinander mit einer Kraft

$$K = \frac{e \cdot e'}{r^2}.$$

Sind e und e' gleichnamig, so ist der Ausdruk positiv und es findet Abstossung statt; sind sie ungleichnamig, so wird der Ausdruck negativ, die Kraft bewirkt Anziehung.

Potential. Potential. Befindet sich im Punkte A (Fig. 20) die Elektrizitätsmenge $+ e$, so wird die im Abstand r_1 davon befindliche Menge $+ 1$

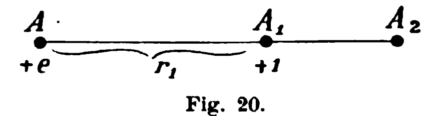


Fig. 20.

abgestossen und bewegt sich, wenn sie der Kraft folgen kann, von A_1 bis ins Unendliche. Die dabei von der elektrischen Kraft geleistete Arbeit ist, gleichgültig ob die Bewegung auf gerader oder krummer Bahn erfolgt,

$$V_1 = \int_{r_1}^{\infty} \frac{e}{x^2} \cdot dx = \frac{e}{r_1}.$$

Diese Arbeit nennt man das Potential (oder die Spannung) des elektrischen Feldes $+ e$, bezogen auf den Punkt A_1. Für den Punkt A_2 ist das Potential $V_2 = \frac{e}{r_2}$. Bewegt sich die Menge $+ 1$ nur von A_1 bis A_2, so ist die geleistete Arbeit $= V_1 - V_2$.

Dieselbe Arbeit $V_1 = \frac{e}{r_1}$ wäre aufzuwenden, wenn die Elektrizitätsmenge $+ 1$ aus unendlicher Entfernung nach dem Punkte A_1 gebracht würde; sie wäre dann aber von einer anderen Kraft, unter Überwindung der abstossenden Kraft der Menge $+ e$, zu leisten.

Potentiale oder Spannungen werden in Volt gemessen; es ist ein Volt $= {}^1/_{9.81}$ m kg.

Stromstärke. Stromstärke. In einem Leiter ist die Elektrizität beweglich. Ihre Bewegung findet stets so statt, dass die elektrischen Kräfte Arbeit leisten. Die (positive) Elektrizität bewegt sich daher immer von Orten höheren Potentials nach Orten mit niedrigerem Potential. Sind auf einem Leiter zwei Punkte verschiedenen Potentials vorhanden, so muss demnach ein Strömen der Elektrizität eintreten und so lange andauern, bis der Potentialunterschied ausgeglichen ist und der Leiter in allen seinen Punkten dasselbe Potential hat. Die Erde hat, da sie ein Leiter ist, im allgemeinen ebenfalls überall

dasselbe Potential, und zwar das Potential Null, mit dem wir bei Spannungsmessungen alle anderen Potentiale vergleichen.

Ein Potentialunterschied zwischen den Endpunkten eines Leiters lässt sich aufrecht erhalten, wenn man diese Punkte mit den Polen einer Stromquelle verbindet. In diesem Falle strömt beständig durch den Leiter (positive) Elektrizität vom positiven zum negativen Batteriepole. Diejenige Elektrizitätsmenge, welche in einer Sekunde durch den Leiterquerschnitt geht, heisst die Stromstärke (J). Gemessen wird die Stromstärke in Ampere. 1 Amp. ist diejenige Stromstärke, bei welcher 1 Coulomb Elektrizität (d. i. die Einheit der Elektrizitätsmenge) in jeder Sekunde durch den Querschnitt geht; sie scheidet beim Durchgange durch eine Silbernitratlösung in 1 Sekunde 1,118 mg Silber aus.

Das Ohmsche Gesetz.

Das Ohmsche Gesetz. Da der elektrische Strom in einem Leiter durch die Potentialdifferenz der Endpunkte hervorgerufen wird, so ist die Stärke der Strömung dieser Potentialdifferenz proportional, also

$$\frac{V_1 - V_2}{J} = W.$$

Der Proportionalitätsfaktor W heisst der Widerstand des Leiters; er wird in Ohm gemessen. Diese Beziehung gilt, wie für jedes Stück des Leiters, so auch für den ganzen Leitungskreis, welchen der Leiter mit der an seine Endpunkte gelegten Stromquelle bildet. Als Potentialdifferenz des Kreises ist die elektromotorische Kraft (EMK) E der Stromquelle zu setzen, welche numerisch gleich ist der von ihr erzeugten Potentialdifferenz zwischen den Polen des offenen Elements oder der offenen Batterie. Es ist demnach

$$\frac{E}{J} = W \text{ oder } E = JW \text{ oder } J = \frac{E}{W},$$

in Worten: die in einem einfachen (d. h. unverzweigten) geschlossenen Stromkreise herrschende Stromstärke in Ampere ist gleich der elektromotorischen Kraft in Volt dividiert durch den Widerstand des ganzen Kreises in Ohm. Dieses Gesetz wurde 1827 von Ohm entdeckt.

Widerstand.

Widerstand. Der elektrische Widerstand eines Stromkreises ist der reciproke Wert von dessen Leitungsfähigkeit L; es ist

$$W = \frac{1}{L}.$$

Er setzt sich zusammen aus dem Widerstande der Stromquelle (dem inneren, b) und aus dem des Schliessungsdrahts (dem äusseren, r); es ist stets $W = b + r$.

Der Widerstand eines Leiters hängt ab von den Abmessungen, dem Material und der Temperatur des Leiters und wird ausgedrückt durch die Formel

$$W = \frac{l}{q} \cdot \varrho \, (1 + \Delta\varrho \cdot t),$$

worin l die Länge des Leiters in m, q seinen Querschnitt in qmm, ϱ den spezifischen Widerstand, $\Delta\varrho$ den Temperaturkoeffizienten und t die Temperatur bezeichnen. Der spezifische Widerstand ϱ wird durch das Material des Leiters bestimmt und stellt den Widerstand eines Stückes von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0^0 in Ohm dar. Nachstehende Tabelle enthält die Werte von ϱ und $\Delta\varrho$ für die wichtigsten der als elektrische Leiter benutzten Materialien.

	ϱ	$\Delta\varrho$
Silber	0,016	+ 0,0034
Kupfer	0,018	+ 0,0037
Aluminium	0,04	+ 0,0039
Zink	0,06	+ 0,0042
Messing	0,07	+ 0,0015
Eisen	0,10 — 0,12	+ 0,0045
Stahl	0,10 — 0,25	+ 0,0052
Aluminiumbronze	0,12	+ 0,001
Nickel	0,15	+ 0,0037
Blei	0,22	+ 0,0041
Neusilber	0,15 — 0,36	+ 0,0002 bis 0,0004
Manganin	0,42	+ 0,00001
Quecksilber	0,94	+ 0,00091
Kohle	100 — 1000	— 0,0003 bis — 0,0008

Nach der Tabelle beträgt der Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0° 0,94 Ohm. Diese Widerstandsgrösse diente früher als Maasseinheit und heisst Siemenseinheit (SE). Ein Ohm ist demnach $= \frac{1}{0,94} = 1{,}063$ SE.

Da der spezifische Widerstand eines Metalls sehr von der Art und Menge der beigemengten Stoffe abhängt, mit denen die im Handel vorkommenden Metalle mehr oder weniger verunreinigt sind, so gestatten die angegebenen Werte für ϱ nur angenäherte Widerstandsberechnungen. Genaue Werte können für einen bestimmten Leiter nur durch Messung gefunden werden.

Zu beachten ist, dass der Widerstand eines Metalls mit steigender Temperatur zunimmt, dagegen der Widerstand anderer Stoffe (z. B. der Kohle, einer Flüssigkeit, der Guttapercha) mit wachsender Temperatur abnimmt.

Der Widerstand eines d mm starken Leitungsdrahts von kreisförmigem Querschnitt bei 0° ergiebt sich aus der Formel

$$r = \frac{l}{\pi \frac{d^2}{4}} \cdot \varrho.$$

Er beträgt für 1 km Eisendraht von 4 mm Stärke rd. 10 Ohm
„ 1 „ Bronzedraht „ 3 „ „ 2,73 „ .

Ist der Schliessungsdraht eines Stromkreises nicht überall von gleichem Querschnitt und Material, sondern aus mehreren aufeinander folgenden Stücken von verschiedenen Drahtsorten zusammengesetzt, so besteht sein Gesamtwiderstand aus der Summe der Widerstände der einzelnen Stücke.

Isolationswiderstand.

Unter dem Isolationswiderstand einer Leitung versteht man den Widerstand, welchen die Isolatoren oder bei Kabeln die Isolierhülle dem Übergange des Stromes von dem Leitungsdrahte zur Erde oder zur Rückleitung entgegensetzen. Der Isolationswiderstand ist der Leitungslänge umgekehrt proportional.

Der Isolationswiderstand W einer Kabelader mit homogener Isolierschicht lässt sich berechnen aus der Formel

$$W = \int_r^R \frac{\varrho \cdot dx}{l \cdot 2\pi x} = \frac{\varrho}{2\pi l} \log \text{nat} \frac{R}{r},$$

wo r und R die Radien des Drahtes bez. der Ader sind. Giebt man hierin l in Metern, R und r in Millimetern an, so wird

$$W = \frac{100\,\varrho}{2\pi l} \log \operatorname{nat} \frac{R}{r} = \frac{\varrho}{0{,}144 \cdot l} \cdot \log \operatorname{vulg} \frac{R}{r}.$$

Für Guttapercha ist $\varrho = 100 \cdot 10^{18}$ bis $250 \cdot 10^{18}$, für Glas, Glimmer, Ebonit, Kautschuk ist $\varrho = 10^{18}$ bis $60 \cdot 10^{18}$.

Batteriewiderstand.

Der innere oder **Batteriewiderstand** setzt sich aus den Widerständen der einzelnen Elemente zusammen. Der Widerstand eines Elements hängt ab von der Länge des Stromwegs in der Flüssigkeit, also vom Abstande der Elektroden; ferner vom Querschnitte der zu durchströmenden Flüssigkeit, der wesentlich durch die Plattengrösse bedingt ist, und endlich von der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit. Ein Element hat demnach um so geringeren Widerstand, je grösser die Elektrodenflächen, je geringer der Zwischenraum zwischen diesen ist und je besser die Flüssigkeit leitet. Nachstehend sind für einige Elemente Durchschnittswerte des inneren Widerstandes angegeben:

Daniell	1	Ohm
Kupferelement	5	„
Kohlenelement	0,5	„
Gassners Trockenelement	0,2	„
Grove	0,15	„
Hydra- und Hellesen-Trockenelement	0,09	„
Telegraphen-Sammler	0,05	„

Genau kann der Widerstand eines Elements oder einer Batterie nur durch Messung ermittelt werden.

Nach dem OHMschen Gesetz ist im geschlossenen Stromkreise, wenn e die EMK eines Elements und b dessen Widerstand bezeichnet,

$$i = \frac{e}{b + r}.$$

Die Stromstärke erreicht ihren höchsten überhaupt möglichen Wert, wenn $r = o$ wird, also wenn man das Element „kurz schliesst“; dann ist

$$i = \frac{e}{b}.$$

Ein Kupferelement kann hierbei höchstens einen Strom von

$$\frac{1}{5} = 0{,}2 \text{ Amp. liefern,}$$

ein GASSNERsches Trockenelement von

$$\frac{1{,}4}{0{,}2} = 7 \text{ Amp.,}$$

ein GROVEsches Element von

$$\frac{1{,}9}{0{,}15} = 12{,}7 \text{ Amp.}$$

und eine Sammlerzelle von

$$\frac{2{,}3}{0{,}05} = 46 \text{ Amp.}$$

Wird umgekehrt der innere Widerstand verschwindend klein gemacht, so ist

$$i = \frac{e}{r};$$

die Stromstärke hängt dann nur vom äusseren Widerstand ab und kann durch dessen Verringerung beliebig gesteigert werden.

Graphische Darstellung der elektrischen Grössen eines Graphische Darstellung der elektrischen Grössen eines einfachen Stromkreises.

Graphische Darstellung der elektrischen Grössen eines einfachen Stromkreises. In der Fig. 21 sind die Beziehungen zwischen der EMK, der Stromstärke und dem Widerstand in einem geschlossenen Stromkreise graphisch veranschaulicht. Angenommen ist ein Stromkreis mit einer EMK von 50 Volt und einem Widerstande von 100 Ohm, von dem 20 Ohm auf die Batterie entfallen. Die Gerade *AB* stellt den Widerstand dar (1 Ohm = 1 mm), die darauf senkrechte Gerade *AC* bedeutet die EMK (1 Volt = 1 mm). Man denke sich das Dreieck *ABC* so gebogen, dass Punkt *B* auf *A* fällt; dieser Punkt entspricht dem Zinkpole, der durch Anlegen einer Erdverbindung auf die Spannung *0* gebracht sei. Der Einfachheit wegen sei angenommen, dass die Batterie aus einem Element bestehe. Dann springt an der Berührungsstelle zwischen Zink und Flüssigkeit die Spannung von 0 auf 50 Volt. Die Linie *CB* giebt den Spannungsabfall im Stromkreis an. Man findet die Spannung eines beliebigen Punktes im Stromkreise, wenn man in dem seinem Widerstand entsprechenden Punkte auf *AB*

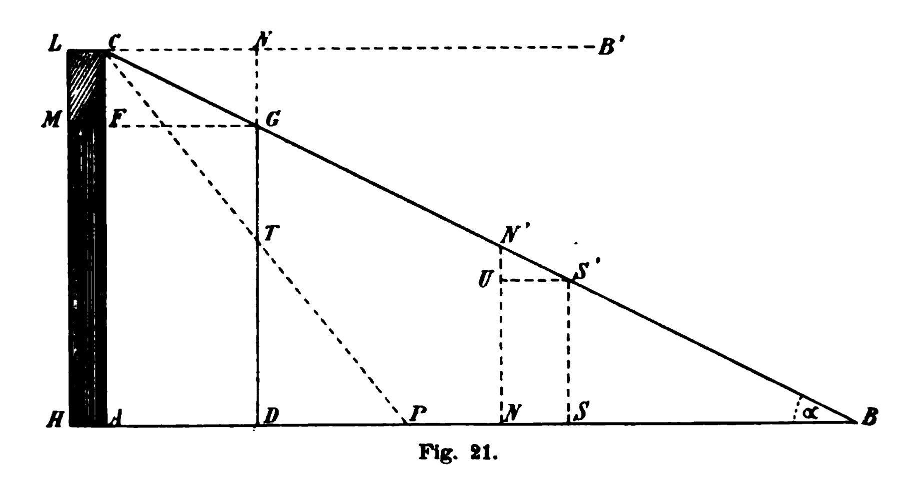


Fig. 21.

ein Lot errichtet. Dem Kupferpol entspricht z. B. Punkt *D*, da $AD = 20$ Ohm ist; das Lot $DG = K$ stellt also die am Kupferpole herrschende Spannung dar, die sogen. Pol- oder Klemmenspannung; diese ist kleiner als die EMK *AC*. (Nur bei offenem Stromkreis ist $K = DN = AC$, da dann die Widerstandslinie *AB* unendlich lang wird und die Spannungslinie *CB* die Lage *CB'* parallel zu *AB* einnimmt.)

Die Stromstärke wird durch das Verhältnis

$$\frac{AC}{AB} = \text{tang } \alpha$$

ausgedrückt; sie ist die trigonometrische Tangente des Winkels *ABC* und somit für alle Punkte des Stromkreises dieselbe. In unserem Falle ist

$$i = \text{tang } \alpha = \frac{AC}{AB} = 0{,}5 \text{ Amp.}$$

Winkel α und seine Tangente werden bei gleichbleibender EMK *AC* um so grösser, je kleiner der Widerstand *AB* ist. Bei Kurzschluss der Batterie ist nur der Widerstand *AD* vorhanden und

$$i = \frac{50}{20} = 2{,}5 \text{ Amp.},$$

die Spannungslinie geht dann von C nach D. Ist umgekehrt AB festgelegt und AC veränderlich, so wächst tang α direkt mit der EMK AC.

Im Dreieck ABC verhält sich $DG : AC = DB : AB$; folglich ist die Polspannung

$$DG = K = \frac{AC \cdot DB}{AB} = \frac{e \cdot r}{b + r} = i \cdot r \text{ (da } \frac{e}{b + r} = i \text{ ist),}$$

d. h. die Polspannung ist gleich dem Produkt aus der Stromstärke und dem äusseren Widerstande. Es ist

$$K = 0{,}5 \cdot 80 = 40 \text{ Volt,}$$

während $e = 50$ Volt. — Zieht man GF parallel AB, so giebt die Strecke $FC = e - K$ die in der Batterie verbrauchte Spannung an. Es verhält sich $FC : FG = AC : AB$, also ist

$$FC = \frac{e \cdot b}{b + r} = i \cdot b,$$

d. h. die in der Batterie verbrauchte Spannung ist gleich dem Produkt aus der Stromstärke und dem inneren Widerstande.

Nach Fig. 21 beträgt für irgend einen Punkt des Stromkreises, der um den Widerstand r_1 von dem Spannungs-Nullpunkte B entfernt ist, die Spannung $V = i \cdot r_1$. Errichtet man für zwei beliebige Punkte N und S die Spannungslote $NN' = V_1$ und $SS' = V_2$ und zieht man $S'U$ parallel AB, so ist, wenn der Widerstand des Leiterstücks NS mit r' bezeichnet wird,

$$\text{tang } US'N' = \text{tang } \alpha = i = \frac{V_1 - V_2}{r'}.$$

Enthält das Leiterstück eine EMK e, wie z. B. der Teil des Stromkreises von S über B durch die Batterie bis N, so tritt e zu dem Spannungsunterschied der Leiterenden hinzu; es ist dann

$$i = \frac{V_2 - V_1 + e}{b + r - r'} = \frac{e - (V_1 - V_2)}{b + r - r'}.$$

Arbeitsleistung des Stromes.

Arbeitsleistung des Stromes. Um durch einen Leiter, der an den Endpunkten die Potentiale V_1 und V_2 hat, die Elektrizitätsmenge $+ 1$ hindurchzutreiben, müssen die elektrischen Kräfte eine Arbeit von der Grösse $V_1 - V_2$ leisten; ist die zu bewegende Menge Q, so beträgt die Arbeit $Q \cdot (V_1 - V_2)$. Bei der Stromstärke J fliesst nun in jeder Sekunde die Elektrizitätsmenge J am Anfangspunkt in den Leiter hinein und am Endpunkte heraus; dies ist dasselbe, als wenn in jeder Sekunde die Menge J durch die ganze Länge des Leiters getrieben würde. Die geleistete Arbeit ist also, wenn der Strom t Sekunden dauert,

$$A = (V_1 - V_2) \cdot J \cdot t.$$

Ebenso ist im ganzen Stromkreise die Stromarbeit $A = E \cdot J \cdot t$ und die Leistung des Stromes

$$L = E \cdot J = J^2 W = \frac{E^2}{W}.$$

Die elektrische Arbeit wird gemessen in Voltcoulomb, die elektrische Leistung in Voltampere oder Watt. Es ist 1 Watt $= {}^1/_{9,81}$ mkg pro Sekunde $= {}^1/_{736}$ Pferdestärke.

Die elektrische Arbeit äussert sich als chemische Arbeit bei elektrolytischen Prozessen, als mechanische Arbeit in den elektrischen Triebmaschinen

und als Wärme in jedem Leiter. Die Wärmemenge, welche der Strom J in einem Leiter mit dem Widerstande W erzeugt, ist nach dem Gesetz von JOULE

$$M = 0{,}24 \cdot J^2 W t \text{ Gramm-Kalorien.}$$

In dem durch Fig. 21 dargestellten Stromkreise hat die EMK der Batterie in jeder Sekunde eine Elektrizitätsmenge von 0,5 Coulomb von der Spannung Null auf die Spannung 50 Volt zu heben; ihre Leistung ist also = 25 Watt. Diese Leistung ist durch das schraffierte Rechteck $AHLC$ dargestellt, in welchem AH die Stromstärke bedeutet (in vergrössertem Maassstabe gezeichnet, 1 Amp. = 10 mm). Der obere Teil $FMLC$ des Rechtecks giebt die in der Batterie verbrauchte Leistung $= i^2 b$ an, der untere Teil dagegen die an den Polklemmen zur Verfügung stehende Nutzleistung $K \cdot i = i^2 r$, mittelst deren z. B. eine Telegraphenleitung betrieben werden kann. In unserm Falle ist jene = 5 Watt, diese = 20 Watt.

Um bei gegebenem äussern Widerstand eine möglichst grosse Nutzleistung zu erzielen, muss man Elemente von geringem Widerstande verwenden. Ist umgekehrt die Batterie gegeben und der äussere Widerstand veränderlich, so liefert sie die grösstmögliche Nutzleistung dann, wenn der äussere Widerstand gleich dem innern ist. Denn der Ausdruck

$$K \cdot i = i^2 r = \frac{e^2 \cdot r}{(b + r)^2}$$

wird für $b = r$ ein Maximum. In Fig. 21 giebt die Linie CP für diesen Fall das Spannungsgefälle an; dabei ist die Polspannung $DT = \frac{1}{2}\, AC = 25$ Volt und $i = \frac{50}{40} = 1{,}25$ Amp., also die Nutzleistung = 31,25 Watt. Ebenso gross ist die in der Batterie verbrauchte Leistung.

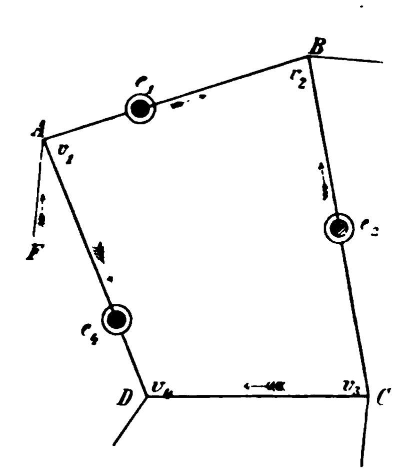


Fig. 22.

Kirchhoffsche Gesetze.

K i r c h h o f f sche G e s e t z e. S t r o m v e r z w e i g u n g e n. Fig. 22 stellt einen geschlossenen Stromkreis dar, der m e h r e r e EMK und Abzweigungen enthält. In dem Stromkreis $ABCD$ wirken die EMK $e_1\, e_2\, e_4$. Von den genannten Eckpunkten gehen Drähte ab, auf denen Ströme zu- oder abfliessen können. Die Stromstärke wird daher nicht mehr im ganzen Kreise dieselbe sein, wohl aber wird jede der 4 Strecken, AB, BC, CD und DA ihre bestimmte Stromstärke haben, die wir mit $i_1\, i_2\, i_3\, i_4$ bezeichnen. Die Widerstände der 4 Strecken seien $w_1\, w_2\, w_3\, w_4$, die Spannungen der Eckpunkte $V_1\, V_2\, V_3\, V_4$. Durch die Pfeile wird die Stromrichtung auf den einzelnen Strecken angegeben. Es ist nun

für die Strecke AB $\quad V_1 - V_2 + e_1 = i_1 \cdot w_1$
" " " BC $\quad V_2 - V_3 - e_2 = - i_2 \cdot w_2$
" " " CD $\quad V_3 - V_4 = i_3 \cdot w_3$
" " " DA $\quad V_4 - V_1 + e_4 = - i_4 \cdot w_4$

(e_2, i_2 und i_4 sind negativ zu setzen, weil sie der Richtung von A über B nach A entgegengesetzt gerichtet sind).

Durch Addition der 4 Gleichungen ergiebt sich

$$e_1 - e_2 + e_4 = i_1 w_1 - i_2 w_2 + i_3 w_3 - i_4 w_4.$$

Dies ist das KIRCHHOFFsche Gesetz der Stromverzweigung, das in Worten wie folgt lautet: In einer verzweigten Strombahn ist für jeden in sich selbst zurückgeführten Weg die Summe der elektromotorischen Kräfte gleich der Summe der Produkte aus Stromstärke und Widerstand für jede Leitungsstrecke ohne Verzweigung; die EMKräfte und die Stromstärken sind hierbei mit dem ihrer Richtung entsprechenden Vorzeichen zu nehmen. $\Sigma e = \Sigma i \cdot w$.

Ohne weiteres einleuchtend ist das 2. KIRCHHOFFsche Gesetz: In jedem Verzweigungspunkt ist die Summe der von diesem Punkte wegfliessenden Ströme gleich der Summe der hinzufliessenden. Z. B. muss im Punkte A der aus FA zufliessende Strom $i_5 = i_1 + i_4$ oder es muss $i_5 - i_1 - i_4 = o$ sein.

Stromverzweigungen.

In dem Stromkreise der Fig. 23 sind zwischen den Punkten A und C zwei Drähte mit den Widerständen r_1 und r_2 nebeneinander geschaltet. Wir wollen ermitteln, wie sich der aus der Batterie B kommende Strom J auf diese beiden Drähte verteilt. Der Widerstand der Strecke von A über die Batterie bis C sei $= W$.

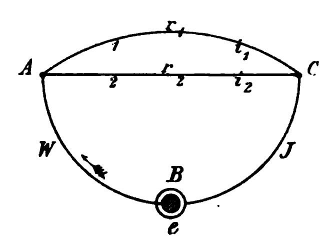


Fig. 23.

Nach dem 2. KIRCHHOFFschen Gesetz ist zunächst

1. $J = i_1 + i_2$. Bei Anwendung des 1. Gesetzes auf die Bahn $A\,1\,C\,B\,A$ erhält man
2. $e = J.\ W + i_1 \cdot r_1$. Für die Bahn $A\ 2\ C\ B\ A$ ist
3. $e = J.\ W + i_2 \cdot r_2$. „ „ „ $A\ 1\ C\ 2\ A$ ist
4. $o = i_1 \cdot r_1 - i_2\, r_2$.

Aus der 4. Gleichung folgt $i_1\, r_1 = i_2\, r_2$ oder $i_1 : i_2 = r_2 : r_1$, d. h. die beiden Zweigströme verhalten sich umgekehrt wie die Widerstände der Zweigdrähte.

Da ferner

$$i_2 = i_1 \cdot \frac{r_1}{r_2},\ \text{so ist}\ J = i_1 + i_2 = i_1 + i_1 \cdot \frac{r_1}{r_2} = i_1 \left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) = i_1 \frac{r_1 + r_2}{r_2},$$

mithin

$$i_1 = J \cdot \frac{r_2}{r_1 + r_2};$$

ebenso findet man

$$i_2 = J \cdot \frac{r_1}{r_1 + r_2}.$$

Der Hauptstrom teilt sich also in $r_1 + r_2$ Teile, und davon gehen r_2 Teile durch den Draht 1 und r_1 Teile durch den Draht 2.

Der Draht 2 bildet eine Nebenschliessung zu 1, wie solche z. B. parallel zu Messinstrumenten geschaltet werden, damit nur ein bestimmter Teil des zu messenden Stromes auf das Galvanometer einwirkt. Macht man

$$r_2 = {}^1/_9\, r_1,\ \text{so ist}\ i_1 = J \cdot \frac{{}^1/_9\, r_1}{{}^{10}/_9\, r_1} = {}^1/_{10} J;$$

ebenso ist $i_1 = {}^1/_{100}\, J$ oder ${}^1/_{1000}\, J$, wenn $r_2 = {}^1/_{99}\, r_1$ bz. $= {}^1/_{999}\, r_1$ gemacht wird. Beim Gebrauch eines Nebenschlusses oder Zweigwiderstandes (Shunt), der ${}^1/_9$ oder ${}^1/_{99}$ oder ${}^1/_{999}$ vom Widerstande des Messinstruments beträgt, fliesst also nur ${}^1/_{10}$, ${}^1/_{100}$ bz. ${}^1/_{1000}$ des Stromes durch das Instrument.

Um den kombinierten Widerstand R' zu finden, den die Drähte 1 und 2 zusammen dem Durchgange des Gesamtstroms J darbieten, multiplizieren wir Gleichung 2 mit r_2, Gleichung 3 mit r_1:

$$r_2 \cdot e = J \cdot W \cdot r_2 + i_1 r_1 r_2$$
$$r_1 \cdot e = J \cdot W \cdot r_1 + i_2 r_1 r_2.$$ Durch Addition ergiebt sich
$$(r_1 + r_2) e = (r_1 + r_2) J \cdot W + (i_1 + i_2) r_1 r_2$$

oder

$$e = J \cdot W + J \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}.$$

Offenbar ist auch

$$e = J (W + R') = J \cdot W + J \cdot R',$$

folglich muss

$$R' = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$$

sein, d. h. **der kombinierte Widerstand zweier nebeneinander geschalteten Drähte ist gleich dem Produkt ihrer Widerstände, dividiert durch deren Summe.** Der Bruch

$$\frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$$

lässt sich auf die Form

$$\frac{1}{1/r_1 + 1/r_2}$$

bringen; man kann also den kombinierten Widerstand parallel geschalteter Drähte auch in der Weise berechnen, dass man die Summe der reziproken Widerstände der einzelnen Drähte in 1 dividiert. So ist für 4 derartige Drähte

$$R' = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3 + 1/r_4}.$$

Haben die 4 Drähte alle denselben Widerstand r, so ist

$$R' = \frac{1}{4/r} = \tfrac{1}{4} r.$$

Wheatstonesche Brücke.

Wheatstonesche Brücke. Eine viel benutzte Stromverzweigung ist die WHEATSTONEsche Brücke (Fig. 24). Die Seiten des Vierecks $A\ B\ C\ D$ bestehen aus den Draht- oder Leitungswiderständen $r_1\ r_2\ r_3\ r_4$. In die Diagonale $A\ C$ ist die Batterie e eingeschaltet, in die andere Diagonale $B\ D$ ein Messinstrument G oder ein Telegraphenapparat. Bei einem bestimmten Verhältnisse der Widerstände fliesst kein Strom der Batterie e durch die Brücke $B\ D$, nämlich dann, wenn die Punkte B und D gleiche Spannung haben. In diesem Falle ist für die Strombahn $A\ B\ D\ A$

$$o = i_1 \cdot r_1 + o - i_2 \cdot r_2 \text{ oder } i_1 r_1 = i_2 r_2$$

und für die Strombahn $B\ C\ D\ B$

$$o = i_1 \cdot r_3 - i_2 r_4 + o \text{ oder } i_1 \cdot r_3 = i_2 r_4.$$

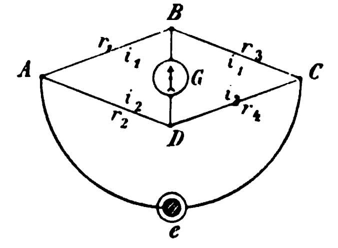


Fig. 24.

Durch Division beider Gleichungen ergiebt sich

$$\frac{r_1}{r_3} = \frac{r_2}{r_4} \text{ oder } \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4} \text{ oder } r_1 \cdot r_4 = r_2 \cdot r_3.$$

Damit also die Spannung in B und D dieselbe und die Galvanometerdiagonale stromlos ist, müssen die Produkte aus den Widerständen der gegenüberliegenden Viereckseiten gleich sein.

Die WHEATSTONE sche Brücke dient vorzugsweise zu Widerstandsmessungen. Dabei tritt der zu messende Widerstand an Stelle von r_3; es werden entweder die Widerstände r_1 und r_2 fest gewählt (möglichst $r_1 = r_2$) und das Gleichgewicht durch Änderung eines als r_4 eingeschalteten Rheostaten hergestellt, oder es ist r_4 unveränderlich und die Seiten $B\,A$ und $A\,D$ bestehen aus einem Messdraht, auf welchem Punkt A verschiebbar ist, so dass das Verhältnis $\frac{r_1}{r_2}$ dem Verhältnis $\frac{r_3}{r_4}$ gleich gemacht werden kann. Gleichgewicht ist vorhanden, wenn das Galvanometer bei Schluss des Batteriezweigs keine Ablenkung zeigt. Für die Empfindlichkeit ist es am vorteilhaftesten, wenn die 4 Widerstände möglichst gleich sind, oder wenn man Punkt A auf die Mitte des Messdrahts bringen kann.

Das Gesetz der Brücke gilt, wie sich leicht nachweisen lässt, auch dann, wenn in den 4 Brückenseiten oder im Galvanometerzweig EMKräfte wirken. Die Proportion $r_1 : r_2 = r_3 : r_4$ ist alsdann die Bedingung dafür, dass die Stromstärke in der Diagonale $B\,D$ sich nicht ändert, wenn die Diagonale $A\,C$ geschlossen oder geöffnet wird. Letztere braucht in diesem Falle nicht unbedingt eine Batterie zu enthalten. Beim Schliessen der vorher offenen Diagonale $A\,C$ wird nämlich der Spannungsunterschied der Punkte A und C verändert, dadurch ändern sich auch die Spannungen der Punkte B und D, aber in gleichem Maasse, falls obige Bedingung erfüllt ist, so dass die Stromstärke in $B\,D$ dieselbe bleibt. Beim Messen von Leitern mit EMKräften, z. B. einer Telegraphenleitung mit Aussenstrom, ist also die bei geöffneter Messbatterie vorhandene Galvanometerablenkung als Nullpunkt anzunehmen (falscher Nullpunkt). Statt den Batteriezweig zu öffnen, kann man auch die Messbatterie gegen einen ihrem Widerstande gleichen Drahtwiderstand vertauschen. —

Batterieschaltung.

Batterieschaltung. Werden n Elemente in der Weise zu einer Batterie zusammengeschaltet, dass immer der positive Pol eines Elements mit dem negativen des nächsten Elements verbunden wird, so sind die Elemente hintereinander (in Reihe) geschaltet. Die EMK einer solchen Batterie ist die $n$fache eines Elements (ebenso wie z. B. 6 übereinander stehende Pumpen von je 10 m Hubhöhe eine 6 mal so grosse Niveaudifferenz hervorbringen als eine Pumpe), der Batteriewiderstand hat gleichfalls den $n$fachen Wert, folglich ist die Stromstärke

$$i = \frac{n \cdot e}{n \cdot b + r} = \frac{e}{b + \frac{r}{n}}.$$

Bei Kurzschluss der Batterie wird

$$i = \frac{n \cdot e}{n \cdot b} = \frac{e}{b},$$

d. h. die Batterie liefert dieselbe Stromstärke wie ein Element; denn mit der EMK hat in gleichem Verhältnisse der Widerstand zugenommen.

Nebeneinander (oder parallel) geschaltet sind die n Elemente, wenn alle positiven Pole unter sich und alle negativen Pole unter sich verbunden sind, so dass die Batterie wie ein Element von $n$facher Plattenoberfläche wirkt (entsprechend 6 nebeneinander stehenden Pumpen, die nur eine Niveaudifferenz von 10 m hervorbringen, aber 6 mal soviel Wasser fördern als eine Pumpe). In diesem Falle ist die EMK der Batterie $= e$, ihr Widerstand

$$= \frac{b}{n} \text{ und die Stromstärke } i = \frac{e}{\frac{b}{n} + r}.$$

Wird eine solche Batterie kurz geschlossen, so ist

$$i = \frac{e}{\frac{b}{n}} = \frac{n \cdot e}{b},$$

d. h. sie liefert den $n$fachen Strom von einem Element.

Aus diesen Formeln ergiebt sich, dass die Hintereinanderschaltung der Elemente vorteilhafter ist bei grossem äusseren Widerstande, der dann gleichsam verringert wird $\left(\frac{r}{n}\right)$. Ist der äussere Widerstand aber klein, so empfiehlt es sich, auch den Batteriewiderstand möglichst klein zu machen, und dazu dient die Parallelschaltung der Elemente $\left(\frac{b}{n}\right)$.

Um die Frage zu entscheiden, wie man eine gegebene Anzahl von n Elementen zu schalten hat, damit sie in einem gegebenen äusseren Widerstand r den Maximalstrom erzeugen, denken wir sie uns in $\frac{n}{h}$ parallelen Reihen von je h hintereinander geschalteten Elementen verbunden. — Die EMK jedes Elements sei e, sein Widerstand b. Es soll sein

$$i = \frac{h \cdot e}{\frac{h^2}{n} \cdot b + r} = \text{maximum}.$$

Bildet man den Differentialquotienten nach h und setzt ihn gleich Null, so ergiebt sich

$$\frac{h^2}{n} \cdot b = r;$$

die zweite Ableitung ist für diesen Wert negativ. Die n Elemente liefern also den Maximalstrom dann, wenn sie so geschaltet werden, dass ihr Widerstand $\frac{h^2}{n} \cdot b$ gleich dem äusseren Widerstand r ist.

Gemeinschaftliche Batterien.

Gemeinschaftliche Batterien. Aus der Gleichung

$$e = J \cdot W + J \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$$

ergiebt sich

$$J = \frac{(r_1 + r_2)\, e}{(r_1 + r_2)\, W + r_1 \cdot r_2}$$

Da nun (Fig. 23)

$$i_1 = J \cdot \frac{r_2}{r_1 + r_2},$$

so ist

$$i_1 = \frac{r_2 \cdot e}{(r_1 + r_2)\,W + r_1 \cdot r_2}.$$

Für den Fall, dass W verschwindend klein ist, darf man im Nenner des Bruches das Produkt $(r_1 + r_2) \cdot W$ vernachlässigen und erhält dann

$$i_1 = \frac{e}{r_1} \text{ und ebenso } i_2 = \frac{e}{r_2}.$$

Die Drähte 1 und 2 (Fig. 23) stellen zwei Telegraphenleitungen dar, die von einer gemeinschaftlichen Batterie B Strom erhalten. Man kann demnach aus einer Elektrizitätsquelle, deren innerer Widerstand verschwindend klein ist, beliebig viele Telegraphenleitungen gleichzeitig speisen, ohne dass die Stromstärke in der einzelnen Leitung durch die Stromteilung beeinträchtigt wird. Ist an eine derartige Batterie nur eine Leitung vom Widerstand r angelegt, so erhält sie den Strom

$$J = \frac{e}{r};$$

beim Anlegen von n Leitungen mit gleichem Widerstande wird

$$J = \frac{e}{{}^1/_n \cdot r} = \frac{n \cdot e}{r},$$

also n mal so gross, und die einzelne Leitung erhält davon den $n$ten Teil. Der Bedingung, dass der innere Widerstand verschwindend gering sei, genügen im Telegraphenbetriebe die Sammlerbatterien.

Besteht eine für mehrere Leitungen gemeinsame Batterie aus Primärelementen, deren Widerstand nicht vernachlässigt werden kann, so ändert sich die Stromstärke in der einzelnen Leitung mit der Anzahl der gleichzeitig geschlossenen Leitungen: je mehr Leitungen gleichzeitig Strom erhalten, um so weniger Strom entfällt auf jede einzelne. Wir setzen zunächst voraus, dass die Leitungen alle gleichen Widerstand r haben, und bezeichnen den inneren Widerstand der Batterie wieder mit b; der in jeder einzelnen Leitung fliessende Strom sei i_1. Dann ist

beim Anlegen nur einer Leitung . . . . $J = i_1 = \frac{e}{b + r}$;

" " einer 2. Leitung $J = \frac{e}{b + \frac{r}{2}} = \frac{2e}{2b + r}$, also . . $i_1 = \frac{e}{2b + r}$,

da auf jede Leitung die Hälfte von J entfällt. Ferner ist

beim Anlegen einer 3. Leitung $J = \frac{e}{b + \frac{r}{3}} = \frac{3e}{3b + r}$, also . . $i_1 = \frac{e}{3b + r}$,

da jetzt auf jede Leitung $^1/_3$ von J entfällt, u. s. w.

Beim Telegraphenbetriebe mit Morseapparaten wird auf je 71 Ohm Leitungswiderstand 1 Kupferelement (mit 5 Ohm Widerstand) gerechnet; die Stromstärke in einer Leitung soll demnach $\frac{1}{5 + 71} = 0{,}013$ Ampere oder 13 Milliampere betragen. Nehmen wir nun eine Leitung von 4000 Ohm Widerstand an, so ist eine Batterie von $\frac{4000}{71}$ = rd. 60 Kupferelemente erforderlich. Die Leitung empfängt einen Strom

$$i_1 = \frac{60}{5 \cdot 60 + 4000} = 13{,}9 \text{ Milliampere.}$$

Wird eine 2. gleiche Leitung angelegt, so ist $i_1 = \frac{60}{2 \cdot 300 + 4000} = 13{,}0$ Milliamp.

„ „ 3. „ „ „ „ „ $i_1 = \frac{60}{3 \cdot 300 + 4000} = 12{,}2$ „

„ „ 4. „ „ „ „ „ $i_1 = \frac{60}{4 \cdot 300 + 4000} = 11{,}5$ „

„ „ 5. „ „ „ „ „ $i_1 = \frac{60}{5 \cdot 300 + 4000} = 10{,}9$ „ .

Wieviel Leitungen aus einer gemeinsamen Batterie gespeist werden dürfen, hängt von der Empfindlichkeit der Empfangsapparate ab, d. h. von der niedrigsten Stromstärke, auf welche die Apparate noch sicher ansprechen. Nach den gewöhnlichen Regeln dürfen bis zu fünf Morse- und bis zu drei Hughesleitungen (oberirdische) an eine gemeinschaftliche Kupferbatterie gelegt werden. Haben die Leitungen nicht gleichen Widerstand, so kann man entweder ihre Widerstände durch Zuschalten von künstlichen Widerständen gleich machen, oder man zweigt von der ganzen Batterie für die Leitungen mit geringerem Widerstand eine entsprechende Zahl von Elementen ab; z. B. würde für eine Leitung von 2000 Ohm Widerstand die Batteriezuführung an das 30. Element der Batterie zu legen sein.

C. Elektromagnetismus und Induktion.

Magnetische Kraftlinien.

Magnetische Kraftlinien. Die Kraft, mit der zwei punktförmige Magnetpole m und m' im Abstand r aufeinander wirken, ist

$$K = \frac{m \cdot m'}{r^2}.$$

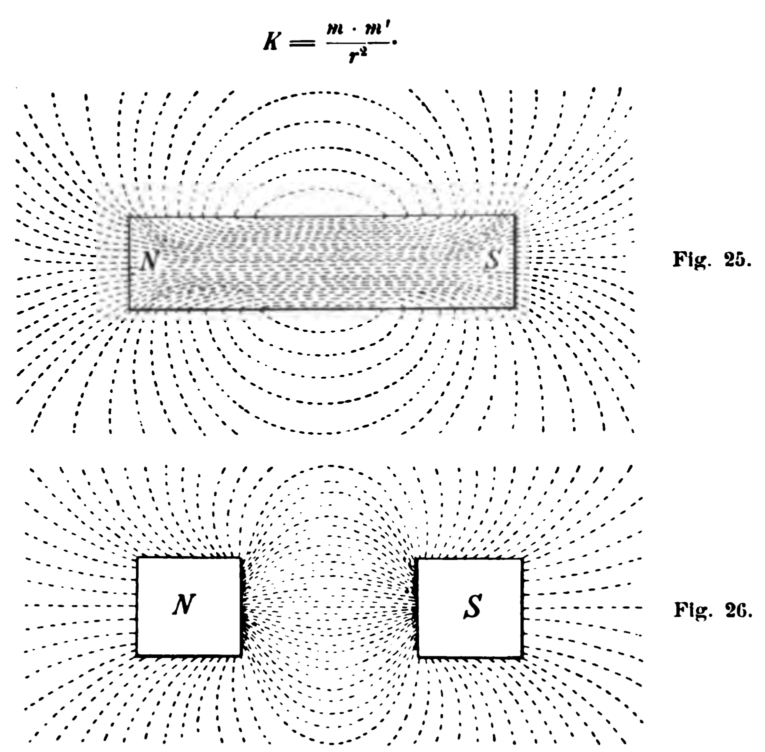


Fig. 25.

Fig. 26.

Den Verlauf der magnetischen Kraftlinien bei einem Stab- und einem Hufeisenmagnet veranschaulichen die Figuren 25 und 26. Die Kraftlinien

gehen ausserhalb des Magnets vom Nord- zum Südpol und innerhalb des Magnets vom Süd- zum Nordpol zurück. Ein Raum, durch welchen Kraftlinien hindurchgehen, heisst ein magnetisches Feld. Die Feldstärke oder die Grösse der magnetischen Kraft an irgend einem Punkte ist gleich der Anzahl Kraftlinien, welche daselbst durch eine senkrecht zu ihrer Richtung stehende 1 qcm grosse Fläche hindurchgehen. Man hat festgesetzt, dass ein (punktförmig gedachter) Magnetpol von der Stärke 1 4π Kraftlinien aussendet; es geht dann durch jedes qcm Fläche der um den Pol mit dem Radius 1 cm beschriebenen Kugelschale gerade 1 Kraftlinie. Mithin ist die durch 1 qcm gehende Kraftlinienzahl oder die Feldstärke im Abstand r vom Pole $= \frac{1}{r^2}$. Hat der Magnetpol die Stärke m, so erzeugt er im Abstand r die Feldstärke

$$\mathfrak{H} = \frac{m}{r^2}.$$

Ein magnetisches Feld hat überall gleiche Stärke (ist homogen), wenn die Kraftlinien in allen seinen Teilen parallel und gleich dicht verlaufen; homogen ist z. B. das Kraftfeld des Erdmagnetismus innerhalb eines Zimmers. Ein Magnet von der Polstärke m und dem Polabstand l, dessen magnetisches Moment also $\mathfrak{M} = m \cdot l$ ist, hat in einem homogenen Felde von der Stärke $\mathfrak{H}$ das Drehmoment $m\,l\,\mathfrak{H} = \mathfrak{M} \cdot \mathfrak{H}$; dieser Ausdruck ist mit $\sin \alpha$ zu multiplizieren, wenn der Magnet mit den Kraftlinien den Winkel α bildet.

Wird ein Stück Eisen in ein magnetisches Feld gebracht, so nimmt es eine weit grössere Anzahl Kraftlinien auf, als vorher an derselben Stelle durch die Luft gingen, weil seine magnetische Durchlässigkeit erheblich grösser ist als die der Luft.

Magnetisches Feld des Stromes.

Magnetisches Feld des Stromes. Die Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom, die zuerst 1819 von OERSTED beobachtet wurde, erfolgt nach der AMPEREschen Regel in folgendem Sinne: Denkt man sich selbst, den Kopf voran und das Gesicht der Nadel zugekehrt, mit dem Strome schwimmend, so wird der Nordpol der Nadel nach links abgelenkt.

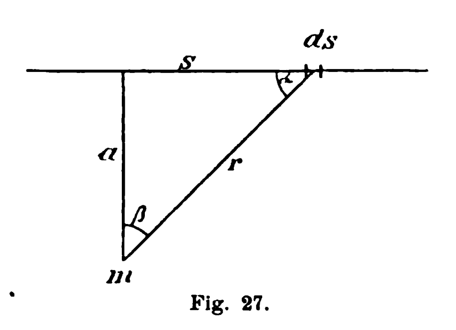


Fig. 27.

Jeder Strom erzeugt demnach ein magnetisches Feld. Nach dem Gesetze von BIOT-SAVART ist die Kraft, mit der ein Strom i in dem Leiterelement ds (Fig. 27) auf den im Abstand r befindlichen Magnetpol m wirkt,

$$dk = \frac{i\,m\,ds}{r^2} \cdot \sin \alpha = \mathfrak{H} \cdot i\,ds \sin \alpha.$$

Gerichtet ist diese Kraft senkrecht zu der durch m und ds gelegten Ebene. Biegt man den Leiter s zu einem Kreise mit dem Radius r um den im Mittelpunkte befindlichen Magnetpol, so ist die wirkende Kraft

$$K = \frac{2\pi i m}{r},$$

also die Feldstärke im Mittelpunkte

$$\mathfrak{H} = \frac{2\pi i}{r}.$$

Bildet der stromführende Leiter n Kreise, so wirkt jeder einzelne mit derselben Kraft; die Feldstärke im Mittelpunkte ist dann

$$\mathfrak{H} = \frac{2\pi}{r} \cdot i n.$$

Ein Kreisstrom verhält sich wie eine magnetische Scheibe, die auf der Seite ihren Südpol hat, auf welcher der Strom für den gegenüberstehenden Beobachter in der Richtung des Uhrzeigers kreist.

Das magnetische Moment des Kreisstroms ist

$$\mathfrak{M} = \frac{1}{10} \pi r^2 \cdot i = \frac{1}{10} \cdot F \cdot i,$$

wo F die Kreisfläche in qcm bezeichnet. (Der Faktor $\frac{1}{10}$ rührt daher, dass $\mathfrak{M}$ in absolutem Maasse, i dagegen in Ampere angegeben wird.)

Eine stromdurchflossene Drahtspirale von n kreisförmigen Windungen (Solenoid) verhält sich wie ein Magnet von dem Moment

$$\mathfrak{M} = \frac{1}{10} \cdot F \cdot n i;$$

ihre magnetische Kraft ist also dem Produkt $n \cdot i$, den „Amperewindungen“ proportional.

Ist der Leiter s (Fig. 27) unendlich lang, so ist die von seinem Strome auf den Magnetpol m ausgeübte Kraft

$$K = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{i\, m\, ds}{r^2} \sin \alpha = \frac{i\, m}{a} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos \beta \cdot d\beta = \frac{2\, i\, m}{a}.$$

Der Strom erzeugt demnach im Abstand a die Feldstärke

$$\mathfrak{H} = \frac{i}{5\, a} \text{ (c. g. s.)},$$

wenn i in Ampere gemessen ist.

Um die Kraftlinien eines Stromes sichtbar zu machen, stecke man einen geraden Draht senkrecht durch die Mitte eines wagerecht liegenden Papierblatts hindurch, das gleichmässig mit Eisenfeilspänen bestreut ist. Wird nun durch den Draht ein kräftiger Strom gesandt, so ordnen sich die Eisenteilchen in konzentrischen Kreisen um den Draht herum an (Fig. 28). Die von diesen Kreisen angedeuteten Kraftlinien sind unmittelbar am Drahte am dichtesten gehäuft und werden mit wachsendem Abstande vom Drahte immer spärlicher. Gleich dem Drahtquerschnitt in der Ebene des Papiers sind alle anderen Querschnitte des Drahtes von Kraftlinien in Form konzentrischer Kreise umgeben.

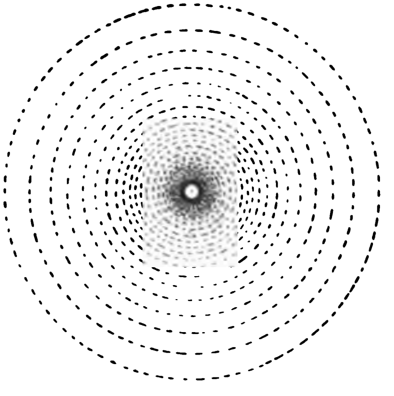


Fig. 28.

Denkt man sich den Draht zu einer Spirale gewickelt, so ist leicht ersichtlich, dass dann seine Kraftlinien gerade so verlaufen, wie die eines Stabmagnets (vgl. Fig. 25). Die Kraftlinien entstehen mit dem Strome und bleiben solange an Zahl unverändert, als die Stromstärke sich nicht ändert; mit jeder Änderung der Stromstärke ändert sich auch die Kraftlinienzahl.

Magnetisierung des Eisens durch den Strom.

Magnetisierung des Eisens durch den Strom. Der Magnetismus eines Solenoids wird bedeutend vervielfacht, wenn man einen Stab aus weichem Eisen in die Spirale hineinsteckt: das Eisen wird dann selbst magnetisch und nimmt mehr als tausendmal soviel Kraftlinien in sich auf, als vorher an derselben Stelle durch den Luftraum gingen. Ein in dieser Weise mit isoliertem Drahte umwickelter Eisenstab, welcher durch Einwirkung der stromdurchflossenen Drahtwindungen magnetisch gemacht werden kann, ist ein Elektromagnet. Der vom Strome hervorgebrachte Magnetismus verschwindet bei Unterbrechung des Stromes sofort wieder, der Eisenstab wird daher nur zeitweilig (temporär) magnetisch. Die Stärke des erzeugten Magnetismus hängt ab von dem Produkt aus Stromstärke und Zahl der Drahtwindungen. Bei einem gegebenen Elektromagnet mit bestimmter Windungszahl wächst der Magnetismus innerhalb gewisser Grenzen direkt mit der Stromstärke. Die magnetische Kraft lässt sich jedoch nur soweit steigern, bis sämtliche Molekularmagnete des Eisenkernes geradlinig gerichtet sind, oder mit anderen Worten, bis das Eisen mit Kraftlinien gesättigt ist. Diese Grenze liegt um so höher, je grösseren Querschnitt der Eisenkern hat.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass bei der Nebeneinanderschaltung der Elektromagnetrollen, wie sie früher bei Morseapparaten unter gewissen Voraussetzungen üblich war und neuerdings in mehreren Ruhestromleitungen wieder eingeführt worden ist, zur Erzielung der gleichen magnetischen Kraft in der Leitung ein doppelt so starker Strom fliessen muss wie bei Hintereinanderschaltung der Rollen, weil der Strom sich beim Eintritt in die beiden parallel geschalteten Rollen teilt und jede nur in halber Stärke durchfliesst.

Elektromagnete.

Form und Einrichtung.

Form und Einrichtung. Den Elektromagneten giebt man vorzugsweise die Form eines Hufeisens: zwei runde Eisenstäbe, die Kerne, werden parallel zu einander auf ein drittes Eisenstück, das Joch, aufgenietet. Auf jeden Kern wird eine Spule mit vielen Windungen eines feinen, durch Seidenumspinnung isolierten Kupferdrahts gesteckt. Die Art der Wicklung ist in Fig. 29 schematisch dargestellt.

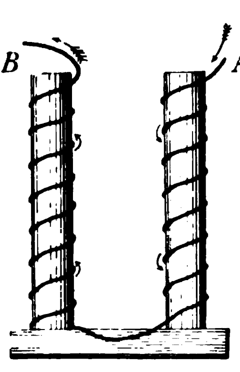


Fig. 29.

Man erkennt, dass der bei A einfliessende Strom nach der AMPÈREschen Regel bei A einen Südpol und bei B einen Nordpol erzeugt; lässt man den Strom bei B eintreten, so bringt er bei A den Nordpol hervor. Ein Elektromagnet in Hufeisenform vermag bei gleichviel Amperewindungen viel kräftigere Wirkungen auszuüben als ein solcher in Stabform. Für manche Fälle begnügt man sich damit, nur den einen Schenkel mit einer Drahtspule zu umgeben, und lässt den anderen Schenkel frei. Bei einer anderen als Klappen-Elektromagnet verwendeten Form ist der nicht

bespulte Kern zu einem Mantel ausgebildet, der den bespulten Schenkel umschliesst.

Ankeranziehung.

Ankeranziehung. Dem Elektromagnet in Hufeisenform wird ein Anker von weichem Eisen vorgelegt, jedoch meist nicht unmittelbar auf die Kerne, sondern auf Polschuhe, d. s. Stücke weichen Eisens, die den Kernen aufgesetzt sind und durch ihren grösseren Querschnitt den Übergang der Kraftlinien zwischen Kern und Anker erleichtern sollen. Liegt der Anker auf den Polschuhen auf, so ist der magnetische Kreis durch die beiden Schenkel, das Joch und den Anker hindurch geschlossen und die magnetische Kraft des Elektromagnets viel stärker als ohne Anker.

Für den magnetischen Kreis gilt ein ähnliches Gesetz, wie das OHMsche für den elektrischen Stromkreis. Es lautet:

Die Zahl der Kraftlinien im magnetischen Kreise ist gleich der magnetomotorischen Kraft dividiert durch den magnetischen Widerstand.

Die magnetomotorische Kraft hängt lediglich ab von der Zahl der Amperewindungen, der magnetische Widerstand dagegen ist, entsprechend dem elektrischen, proportional der Länge und umgekehrt proportional dem Querschnitte, sowie der magnetischen Durchlässigkeit der den Kreis bildenden einzelnen Teile. Es ist die Zahl der Kraftlinien

$$= \frac{1}{10} \cdot 4 \cdot \pi \cdot \frac{n \cdot i}{\text{magnet. Wid.}}$$

Sobald der Anker ein wenig von den Polschuhen entfernt wird, wächst der magnetische Widerstand des Kreises bedeutend, da der Kreis nun zwei Luftzwischenräume enthält und die magnetische Durchlässigkeit der Luft tausendfach geringer ist als die des Eisens. Infolgedessen sinkt entsprechend auch die Zahl der Kraftlinien und damit die auf den Anker ausgeübte Anziehungskraft, welche dem Quadrate der den Anker durchsetzenden Kraftlinienzahl proportional ist. In welchem Maasse hierbei die Kraft abnimmt, lässt der folgende von SILV. THOMPSON mitgeteilte Versuch erkennen: einen mit 0,7 Amp. erregten Elektromagnet durchsetzten, wenn der Anker auflag, 14190 Kraftlinien, wovon 12506 durch den Anker gingen; bei einem Ankerabstande von 1 mm sank die Kraftlinienzahl auf 3786 bzw. 1552, bei einem Ankerabstande von 2 mm auf 2839 bzw. 1149.

An den Telegraphenapparaten muss man, um eine kräftige Ankeranziehung zu erhalten, den Ankerhub möglichst klein machen. Indes darf der angezogene Anker niemals auf den Polschuhen unmittelbar aufliegen, denn es würde in diesem Falle nach der Stromunterbrechung soviel (remanenter) Magnetismus zurückbleiben, dass die Gegenkraft den Anker entweder gar nicht oder doch nicht schnell genug abreissen könnte; der Anker würde „kleben". Auf die Polschuhe wird deshalb ein Streifen Papier aufgeklebt (Hughesapparat), oder der Ankerhebel legt sich auf einen Anschlag, der so gestellt ist, dass ein dünner Luftzwischenraum zwischen dem Anker und den Polschuhen bleibt.

Der Gegenkraft fällt bei elektromagnetischen Apparaten die Aufgabe zu, den angezogenen Anker nach dem Aufhören des Stromes wieder abzureissen. Dazu dient entweder die Schwerkraft oder ein Dauermagnet oder Federkraft. Erstere ist bei manchen Klappen-Elektromagneten benutzt, indem der Anker an einem zweiarmigen Winkelhebel sitzt, dessen längerer, die

Klappe haltender Arm durch seine Schwere den Anker vom Magnet abhält; diese Kraft ist durchaus unveränderlich. Die federnde Gegenkraft wird von einer Spiral- oder einer Blattfeder geliefert und ist weniger beständig. Eine Blattfeder wird u. a. bei Weckern mit Selbstunterbrechung oder mit Rollenausschluss benutzt; der Anker sitzt dabei an der Blattfeder und schwingt mit dieser.

Polarisierte Elektromagnete.

Polarisierte Elektromagnete. Polarisiert heisst ein elektromagnetischer Apparat, wenn er einen Dauermagnet enthält. Es kann entweder der Anker ein Dauermagnet sein bez. durch einen solchen polarisiert werden (wie beim Relais mit drehbaren Kernen), oder die Kerne können auf einem Dauermagnet stehen (wie beim Hughesapparat), oder Anker und Kern sind beide direkt vom Dauermagnet beeinflusst (vgl. Siemens sches Relais).

Der Zweck einer solchen Anordnung ist verschieden. Polarisierte Apparate sind nötig, wenn mit Strömen verschiedener Richtung gearbeitet werden und jede Stromrichtung eine besondere Wirkung hervorbringen soll, wie z. B. beim Estienne-Apparat und beim Heberschreiber, wo der Zinkstrom zur Übermittelung des Morsepunkts, der Kupferstrom zur Darstellung des Morsestrichs benutzt wird. Ein gewöhnlicher Elektromagnet würde auf beide Stromrichtungen in gleicher Weise ansprechen. Ist aber z. B. der Anker ein Magnetstab und so um seinen Mittelpunkt drehbar angeordnet, dass sein Nordpol zwischen den Polen des Elektromagnets sich hin und her bewegen kann, so wird der Nordpol je nach der Stromrichtung bald von dem linken, bald vom rechten Schenkelpol angezogen. Polarisierte Apparate waren die Nadeltelegraphen und sind die diesen ganz ähnlichen heutigen Galvanoskope; die Nadel schlägt je nach der Stromrichtung nach rechts oder links aus. — Auch dann werden polarisierte Apparate benutzt, wenn es auf hohe Empfindlichkeit und schnelle Wirkung ankommt. Ein Beispiel hierfür bietet der Hughesapparat, dessen Elektromagnetschenkel auf ein Magazin von 4 Hufeisenmagneten aufgesetzt sind. Im Ruhezustande wird der Anker auf den Polschuhen festgehalten; die beiden Gegenfedern sind aber so gespannt, dass sie nahezu der magnetischen Anziehungskraft das Gleichgewicht halten. Eine geringe Schwächung des Magnetismus durch den Strom genügt, um der Federkraft das Übergewicht zu verschaffen, so dass sie den Anker abschnellt. Die Zurückführung des Ankers in die Ruhelage erfolgt dann auf mechanischem Wege.

In polarisierten Apparaten ist ferner die magnetische Wirkung des Stromes grösser als in gewöhnlichen, weil die Zugkraft zwischen Magnet und Anker proportional dem Quadrate der Kraftlinienzahl ist. Sind also schon viele Kraftlinien vorhanden, nämlich die des Dauermagnets, so hat eine geringe Vermehrung ihrer Zahl durch den Strom eine grössere anziehende Wirkung zur Folge, als solche von den hinzugekommenen Kraftlinien allein ausgeübt werden könnte. (Bezeichnet a die vom Dauermagnet und b die vom Strome herrührende Kraftlinienzahl, so ist die Wirkung um $(a+b)^2 - a^2 - b^2 = 2ab$ grösser als bei einem gleichen nicht polarisierten Elektromagnet.) Aus diesem Grunde hängt die gute Wirkung des Fernhörers wesentlich von der Kraft des darin angebrachten Hufeisenmagnets ab. Auf demselben Umstande beruht auch hauptsächlich die grosse Empfindlichkeit des Heberschreibers, bei welchem die zu einem leichten Rahmen gewickelte Drahtspule in einem sehr starken magnetischen Felde drehbar aufgehängt ist; die von äusserst schwachen Strömen veranlasste Drehung der Spule ist der Feldstärke proportional.

Um das Maass der Einwirkung des Dauermagnets auf die Kerne zu regeln, findet beim Hughesapparat und Hughesrelais ein Schwächungsanker Verwendung. Wird dieser, ein vorn zugespitzter Eisenstab, vor oder neben die Pole des Dauermagnets geschoben, so schliessen sich die Kraftlinien zum grössten Teil durch den Schwächungsanker hindurch, und nur wenige gehen durch die Elektromagnetschenkel und den Anker. Je mehr der Anker zurückgezogen wird, um so mehr Kraftlinien kommen zur Wirkung.

Elektromagnete zum Eintauchen. Elektromagnete zum Eintauchen haben keinen Anker und sind so eingerichtet, dass der Eisenkern nur zum Teil in die Spule hineinragt. Die magnetische Kraft des Stromes zieht den Kern bei Stromschluss tiefer in die Spule hinein; nach Unterbrechung des Stromes zieht ihn die Gegenkraft wieder in die Ruhelage zurück. Ein polarisierter Apparat dieser Art ist das in der Reichstelegraphie gebräuchliche Galvanoskop.

Galvanometer.

Die Galvanometer dienen dazu, die Stärke eines elektrischen Stromes durch die drehende Wirkung zu ermitteln, welche er auf einen Magnet ausübt, oder die er selbst im magnetischen Felde erfährt. Von den Galvanometern unterscheiden sich die Galvanoskope durch ihre geringere Empfindlichkeit, da sie nur das Vorhandensein eines Stromes und dessen ungefähre Stärke anzeigen sollen.

Tangentenbussole. Die Tangentenbussole besteht aus einem senkrecht aufgestellten kreisförmigen Ringe, entweder von Kupfer oder von Holz und in letzterem Falle in einer oder mehreren Windungen mit isoliertem Kupferdraht umwickelt, sowie aus einer kurzen Magnetnadel, die im Mittelpunkte des Ringes auf einer Stahlspitze über einem in Grade geteilten Kreise schwingt. Die Länge der Nadel darf nur $^1/_{12}$ bis höchstens $^1/_5$ des Ringdurchmessers betragen. Vor der Messung wird das Instrument so aufgestellt, dass die Ebene des Ringes sich im magnetischen Meridian befindet, wobei die Nadel auf Null zeigt. Wird dann der Strom geschlossen, so übt er auf die Nadel das Drehungsmoment

$$\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{H} \cdot \cos a = M \cdot \frac{2\pi i}{r} \cos a$$

aus, wenn a der Ablenkungswinkel ist. Die Horizontalkomponente H des Erdmagnetismus wirkt auf die Nadel mit dem Drehungsmoment $\mathfrak{M} \cdot H \cdot \sin a$. Wenn sich die Nadel eingestellt hat, müssen beide Momente gleich sein. Daraus folgt

$$i = \frac{r}{2\pi} \cdot H \cdot \operatorname{tang} a.$$

Ist die Grösse H in absolutem Maasse (c. g. s.) bekannt, so hat man diesen Ausdruck noch durch 10 zu teilen, um die Stromstärke in Ampere zu erhalten. Statt durch Berechnung lässt sich der Reduktionsfaktor

$$\frac{r}{2\pi} \cdot H$$

auch in der Weise ermitteln, dass man den Ablenkungswinkel für einen beliebigen Strom abliest und dessen Stärke gleichzeitig mittelst eines Voltameters oder einer bereits geaichten Bussole feststellt.

Sinus-bussole.

Die Sinusbussole ist vorzugsweise zum Messen schwächerer Ströme geeignet. Um die nötige drehende Kraft zu erzielen, ist der isolierte Draht in mehreren hundert Windungen zu einer flachen, länglichen Spule (Multiplikator) gewickelt. In dieser dreht sich auf senkrechter Stahlspitze eine Magnetnadel von der Länge des Innenraums, mit der ein leichter Zeiger rechtwinklich verbunden ist. Das Instrument wird ebenfalls so aufgestellt, dass die Drahtwindungen dem magnetischen Meridian parallel sind, wobei der Zeiger auf 0 weist. Wird bei Stromschluss die Nadel abgelenkt, so dreht man das die Spule enthaltende Gehäuse soweit der Nadel nach, bis der Zeiger wieder auf 0 steht, also die Umwindungen wieder der Nadel parallel sind. Der Winkel, um welchen das Gehäuse hierbei gedreht werden musste, kann auf einem geteilten Kreise des Untergestells abgelesen werden und giebt ein Maass für die Stromstärke. Das vom Erdmagnetismus erzeugte Drehungsmoment ist wieder $\mathfrak{M} \cdot H \cdot \sin \alpha$, während das vom Strome herrührende Drehungsmoment $\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{H} = \mathfrak{M} \cdot a \cdot i$ ist. Daraus ergiebt sich

$$i = \frac{H}{a} \cdot \sin \alpha.$$

Der Reduktionsfaktor $\frac{H}{a}$ kann in gleicher Weise wie bei der Tangentenbussole bestimmt werden.

Bei Galvanometern mit langer Nadel, in denen die Drahtwindungen nicht der abgelenkten Nadel nachgedreht werden können, besteht kein einfaches Gesetz für die Abhängigkeit des Ablenkungswinkels von der Stromstärke. Für ein solches Instrument muss, wenn es als Strommesser dienen soll, die Abhängigkeit empirisch ermittelt werden.

Astatische Nadeln.

Astatische Nadeln. Die Empfindlichkeit eines Galvanometers kann bedeutend erhöht werden durch Verwendung eines astatischen Nadelpaars, d. s. zwei gleich starke Magnetnadeln, die parallel miteinander so verbunden sind, dass der Nordpol der einen über dem Südpol der anderen liegt; dadurch wird die richtende Einwirkung des Erdmagnetismus auf die Nadeln fast ganz aufgehoben. Das Nadelpaar ist an einem Kokonfaden drehbar aufgehängt; die untere Nadel befindet sich innerhalb der Drahtspule, die obere dicht über der Spule, wobei beide Nadeln in gleichem Sinne abgelenkt werden. Bei einer solchen Anordnung können schon sehr schwache Ströme grössere Ablenkungen bewirken. Zur Einstellung eines astatischen Magnetsystems auf den Nullpunkt ist ein Richtmagnet oberhalb oder unterhalb des Galvanometers erforderlich, durch den sich zugleich die Astasie des Nadelpaars und damit dessen Empfindlichkeit noch steigern lässt.

Spiegel-galvano-meter.

Spiegelgalvanometer. Die höchste Empfindlichkeit besitzen die Spiegelgalvanometer (vgl. Kabelmesseinrichtung), in denen ein sehr leichtes astatisches Magnetsystem mit bis 30000 Drahtwindungen umgeben ist, und deren Nadelablenkungen durch Spiegelablesung in bedeutend vergrössertem Maassstabe sichtbar gemacht werden. Instrumente dieser Art zeigen noch Ströme von einhunderttausendmilliontel Ampere an.

Galvano-meter nach Deprez-d'Arsonval.

Galvanometer nach Deprez-d'Arsonval. In diesen, auch Drehspulen-Galvanometer genannten Instrumenten sind die stromführenden Windungen beweglich und werden von festen Magneten abgelenkt. Die Instrumente dieser Art enthalten ein sehr kräftiges magnetisches Feld, das jeden Einfluss des Erdmagnetismus und benachbarter Ströme auf die

Windungen verhindert. Zwischen den Polen eines oder mehrerer Hufeisenmagnete bilden halbcylindrische Polschuhe einen cylinderförmigen Raum, in dessen Mitte ein Eisencylinder so angebracht ist, dass um diesen herum nur ein enger Hohlraum bleibt. In letzterem bewegen sich die auf einen leichten Kupferrahmen gewickelten Drahtwindungen. Diese sind in den für Spiegelablesung eingerichteten empfindlicheren Instrumenten an einem Drahte aufgehängt und laufen unten in eine Spiralfeder aus; Draht und Feder führen den Strom zu und haben ausserdem den Zweck, der ablenkenden magnetischen Kraft das Gleichgewicht zu halten. Die Grösse des Ablenkungswinkels ist ziemlich der Stromstärke proportional.

Strom- und Spannungsmesser.

Strom- und Spannungsmesser. Sehr bequem sind die nach dem nämlichen Princip gebauten Strom- und Spannungsmesser, an denen die Stromstärke in Ampere oder die Spannungsdifferenz in Volt von einem Zeiger unmittelbar angegeben wird. Fig. 30 veranschaulicht einen solchen Präcisions-Spannungs- und Strommesser, dessen Dauermagnet nur zur Hälfte gezeichnet ist.

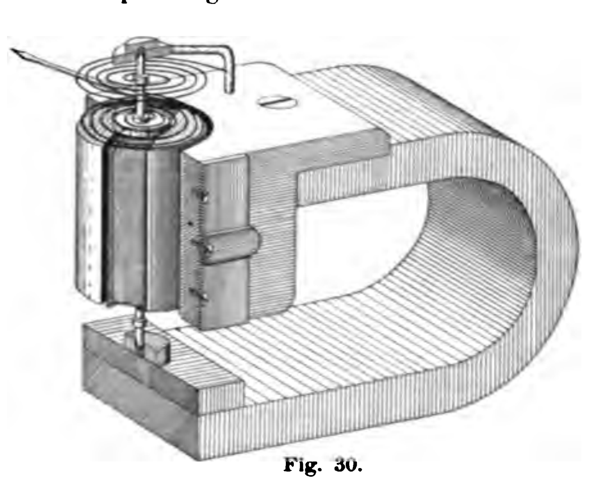


Fig. 30.

Die Spule ist nicht aufgehängt, sondern ihr Rahmen hat eine oben und unten auf Edelsteinen gelagerte Achse. Letztere trägt einen langen Zeiger, der auf einer in Grade geteilten Skala spielt; jedem Grade Ablenkung entspricht 1 Milliampere Stromstärke. Die Achse ist durch zwei flache Spiralfedern, die den Strom zuführen, an dem Gehäuse befestigt; dreht sie sich, so werden die Federn so lange aufgewunden, bis ihre Torsionskraft der ablenkenden Kraft das Gleichgewicht hält. Da die Spule gerade 1 Ohm Widerstand hat, so erzeugt jedes Milliampere Strom zwischen den Klemmen des Instruments 1 Millivolt Spannungsdifferenz. Die Schwingungen des Rahmens werden durch die entstehenden Induktionsströme so gut gedämpft, dass der Rahmen fast aperiodisch schwingt, d. h. bei Stromschluss sofort ohne Schwankungen die der Stromstärke entsprechende Lage einnimmt.

Die als Strommesser (Amperemeter) zu verwendenden Galvanometer sollen geringen Widerstand haben, damit sie bei Einschaltung in einen Betriebsstromkreis möglichst wenig Energie verbrauchen. Dagegen müssen die eigentlichen Spannungsmesser (Voltmeter) viele Windungen dünnen Drahtes, d. h. hohen Widerstand aufweisen; denn sie können den Spannungsunterschied z. B. zwischen den Polen einer im Betriebe befindlichen Batterie nur dann richtig angeben, wenn durch ihre Anschaltung der äussere Widerstand nicht wesentlich vermindert wird.

Strom- und Spannungsmesser, von denen eine grosse Genauigkeit nicht beansprucht wird, sind vielfach als Elektromagnete zum Eintauchen gebaut. Der eintauchende Eisenkern hängt an einer Spiralfeder und wird je nach der Stromstärke mehr oder weniger tief in die Drahtspule hineingezogen. Seine Bewegung überträgt sich auf einen Zeiger, der auf einer geaichten Skala spielt.

Induktion.

Gegenseitige Induktion.

Gegenseitige Induktion. Zwei parallele Ströme ziehen einander an, wenn sie gleichgerichtet sind, und stossen einander ab, wenn sie entgegengesetzt gerichtet sind; kreuzen sich zwei Ströme, so streben sie sich einander parallel und gleichgerichtet zu stellen.

Die beiden den Winkel α einschliessenden Ströme erzeugen beim Entstehen ein gemeinschaftliches Kraftlinienfeld unter Aufwendung einer Arbeit

$$A = - i\, i' \iint \frac{\cos \alpha}{r} \cdot ds \cdot ds' = i \cdot i' \cdot M.$$

Diese Arbeit wird beim Verschwinden der Ströme wieder gewonnen. Sowohl die Hergabe als die Wiedergewinnung der Arbeit macht sich bemerkbar in Form von Induktionsströmen, die bei Stromschluss die Ströme i und i' schwächen, bei Stromunterbrechung sie verstärken. Man nennt deshalb die Grösse M den Koeffizienten der gegenseitigen Induktion. Da der magnetische Arbeitswert einer geschlossenen Stromfigur gleich dem Produkt ist aus Stromstärke und Anzahl Kraftlinien, welche die Stromfläche treffen, so ist $i' M$ die Zahl der Kraftlinien, welche vom Stromkreis i' ausgehen und die Fläche des Stromkreises i treffen (und umgekehrt $i\,M$ die Zahl der vom Stromkreise i ausgehenden und den Stromkreis i' treffenden Kraftlinien). — In einem geschlossenen Stromkreise A wird jedesmal dann eine EMK induziert, wenn sich die Anzahl der die Fläche des Stromkreises durchsetzenden Kraftlinien ändert. Dies geschieht, wenn ein Kraftlinien aussendender (primärer) Stromkreis B oder Magnet dem sekundären Kreise genähert oder von ihm entfernt wird, oder wenn der induzierende Strom entsteht oder verschwindet, verstärkt oder geschwächt wird, oder wenn der induzierende Magnet in seiner magnetischen Stärke eine Änderung erfährt. In allen diesen Fällen kommt die auf den Kreis A wirkende induzierende Kraft von aussen; ob im Kreise A von vorn herein ebenfalls Strom fliesst, ist dabei gleichgültig. Man redet in solchen Fällen von gegenseitiger Induktion.

Die Zahl der den Kreis A durchsetzenden Kraftlinien kann ferner dadurch geändert werden, dass der in A selbst fliessende Strom verstärkt oder geschwächt wird, entsteht oder verschwindet (Selbstinduktion).

Die Grösse der induzierten EMK ist proportional der Änderung der Kraftlinienzahl in der Zeiteinheit; sie ist, wenn Z die Zahl der Kraftlinien bezeichnet,

$$e = \frac{dZ}{dt}.$$

Lenzsche und Flemingsche Regel.

Nach der Regel von Lenz hat die induzierte EMK in allen Fällen eine solche Richtung, dass sie die Bewegung, durch welche sie zu stande kommt, zu hindern sucht. Direkt lässt sie sich nach der Regel von Fleming bestimmen: „Hält man die ersten drei Finger der rechten Hand so, dass sie drei zu einander senkrechte Richtungen andeuten, und zeigt der Daumen in Richtung der Bewegung, der Zeigefinger in Richtung der Kraftlinien, so hat die induzierte EMK die Richtung des Mittelfingers.“

Bei der gegenseitigen Induktion kann in der Gleichung

$$e = \frac{dZ}{dt}$$

für Z die Zahl der vom induzierenden Stromkreis i' ausgehenden Kraftlinien, also $i'M$, eingesetzt werden. Es ist dann

$$e = \frac{d(i'M)}{dt}.$$

Der Koeffizient M wird in HENRY gemessen; er bezeichnet diejenige EMK in Volt, welche induziert wird, wenn der induzierende Strom i' in der Sekunde gerade um 1 Ampere zu- oder abnimmt. Für zwei parallele Drähte, deren Länge l gegen den Abstand d gross ist, ist

$$M = -2l\left(\log \operatorname{nat} \frac{2l}{d} - 1\right),$$

und für zwei übereinander geschobene Spulen, von welchen die innere den Querschnitt F und die Windungszahl N, die äussere N' Windungen hat, ist, wenn die Länge l gegen den Durchmesser gross,

$$M = \frac{4\pi N \cdot N' \cdot F}{l}.$$

Zu letzterem Ausdruck kommt, wenn die Spulen einen Eisenkern von der magnetischen Durchlässigkeit μ erhalten, noch der Faktor μ hinzu. Sind, was die Regel bildet, Gestalt und Abstand der beiden Leiter und der davon abhängige Koeffizient M konstant, aber i' veränderlich, so ist die obige Gleichung für e zu schreiben

$$e = M \cdot \frac{di'}{dt}.$$

Wenn im sekundären Leiter von vornherein der Strom i fliesst, so wird der Einfluss der von aussen kommenden Induktion durch folgende Spannungsgleichung ausgedrückt:

$$E = iw + \frac{dZ}{dt} = iw + M\frac{di'}{dt}.$$

Selbstinduktion.

Selbstinduktion. In Bezug auf die Selbstinduktion lässt sich ein Strom ansehen als ein Bündel vieler Stromfäden, die sich gegenseitig anziehen. Es besteht daher ein Arbeitswert zwischen jedem Stromfaden und allen übrigen, oder ein Arbeitswert des Stromes in Bezug auf sich selbst. Dazu kommt, wenn der Leiter Windungen macht, noch ein Arbeitswert infolge der anziehenden Wirkung jeder Windung auf alle übrigen. Der Arbeitswert des Stromes in Bezug auf sich selbst ist

$$A = -\frac{i^2 L}{2}$$

und stellt die zur Erzeugung des eigenen magnetischen Feldes vom Strome zu leistende Arbeit dar, die als Schliessungsextrastrom verausgabt und als Öffnungsextrastrom zurückgewonnen wird. Die Grösse L heisst der Koeffizient der Selbstinduktion. Da die EMK der Selbstinduktion

$$e = \frac{dZ}{dt} = \frac{d(iL)}{dt} = L\frac{di}{dt}$$

ist, so wird der Einfluss der Selbstinduktion auf den Verlauf des ursprünglichen Stromes ausgedrückt durch die Gleichung

$$E = iw + L\frac{di}{dt}.$$

Der Koeffizient L wird ebenfalls in Henry gemessen. Er beträgt für einen geraden Leiter, dessen Länge l gegen seinen Radius r gross ist,

$$L = -2\,l\left(\log \text{nat} \frac{2\,l}{r} - \frac{3}{4}\right),$$

und wenn der Leiter aus Eisen von der magnetischen Durchlässigkeit μ besteht,

$$L = -2\,l\left(\log \text{nat} \frac{2\,l}{r} - 1 + \frac{\mu}{4}\right),$$

ferner für eine Spule mit N Windungen und dem Querschnitt F, deren Länge unendlich oder gegen den Durchmesser sehr gross ist,

$$L = \frac{4\pi N^2 F}{l},$$

wozu beim Vorhandensein eines Eisenkerns der Faktor μ hinzukommt.

Ein **Wechselstrom** wird durch die Selbstinduktion des Leiters in seiner Stärke geschwächt und in der Phase verzögert. Hat die den Wechselstrom erzeugende EMK die Form $e = E \cdot \sin pt$, wo e den jeweiligen, E den höchsten Wert der EMK, $\frac{p}{2\pi} = n$ die Schwingungs- oder Periodenzahl in der Sekunde und t die seit Beginn des Stromes verflossene Zeit bedeuten, so ist die Stromstärke von der Form

$$i = J \cdot \sin(pt + \psi),$$

wenn ψ die Phasenverschiebung der Stromstärke gegen die EMK darstellt. Für den Maximalwert von i erhält man aus der Spannungsgleichung

$$E = iw + L\frac{di}{dt}$$

die Gleichung

$$J = \frac{E}{\sqrt{w^2 + p^2 L^2}}$$

und für die Phasenverschiebung den Wert

$$\operatorname{tg} \psi = -\frac{pL}{w}.$$

Den Ausdruck $\sqrt{w^2 + p^2 L^2}$ nennt man den scheinbaren Widerstand, pL den induktiven Widerstand des Stromkreises.

D. Stromverlauf in Telegraphenleitungen.

Zur Bethätigung eines telegraphischen Empfangsapparats ist eine bestimmte Stromstärke erforderlich. Die Stromquelle des gebenden Amtes I muss so bemessen sein, dass sie diese Stromstärke auf dem empfangenden Amte II schnell und sicher hervorzubringen vermag. Die ankommende Stromstärke hängt nun nicht bloss nach Maassgabe des Ohmschen Gesetzes von der Batteriespannung und dem Widerstande des Stromkreises ab, sondern wesentlich auch von den Ableitungen, der Selbstinduktion und der Ladungsfähigkeit des Stromkreises, von letzteren beiden Faktoren jedoch nur während des veränderlichen Zustandes, d. h. während der Dauer des Ansteigens und Abfallens der Stromstärke.

Einfluss der Ableitungen.

Da eine Telegraphenleitung niemals vollkommen gegen die Erde isoliert ist, vielmehr an den Stützpunkten über die Isolatoren hinweg oder bei Kabeln durch die Isolierhülle hindurch stets ein Stromverlust stattfindet, so ist der beim Amte II ankommende Strom J_2, auch nachdem er seinen konstanten Wert erreicht hat, immer schwächer als der von I abgehende Strom J_1. Das Maass der Schwächung hängt von dem Isolationszustande der Leitung ab, der, abgesehen von Isolationsfehlern, bei Luftleitungen vorwiegend durch die Witterung, bei Kabelleitungen aber durch die Temperatur verändert wird. Die Stärke des ankommenden Stromes lässt sich, ausser durch unmittelbare Strommessung, auch durch Widerstandsmessungen bestimmen; hierbei wird in I gemessen der Widerstand

1. der in II an Erde gelegten Leitung (Leitungswiderstand R),
2. der in II isolierten Leitung (Isolationswiderstand W).

Sowohl R als W stellen den kombinierten Widerstand des Leitungsdrahtes und der Nebenschliessungen dar.

Gleichmässig verteilte Ableitung.

G l e i c h m ä s s i g   v e r t e i l t e   A b l e i t u n g. Es sei I—II (Fig. 31) eine in die Erde oder in Wasser versenkte Kabelader von der Länge L; der wahre Widerstand ihres Leitungsdrahtes für die Längeneinheit werde mit r, derjenige der Isolierhülle mit w bezeichnet. Wird bei I eine Stromquelle mit der Klemmenspannung V_1 angelegt, und bezeichnet nach beendeter Ladung — dJ den Überschuss des aus dem Leiterquerschnitt M kommenden Stromes über den in den Querschnitt N weitergehenden Strom, so ist — dJ der seitliche Stromverlust auf dem unendlich kleinen Wege dx. Da der Isolationswiderstand der Strecke dx die Grösse $\frac{w}{dx}$ hat, so ist, wenn die in dx vorhandene Spannung V genannt wird,

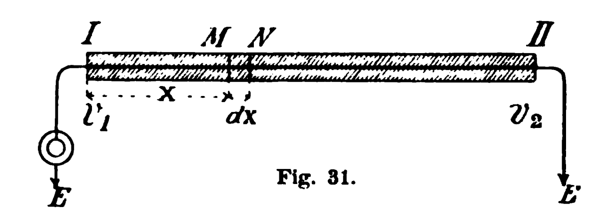


Fig. 31.

$$-dJ = \frac{V \cdot dx}{w} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Der Spannungsabfall von M bis N ist $-dV$, der Widerstand des Drahtstücks dx ist $r \cdot dx$; bei der Geringfügigkeit des Stromverlustes darf man ohne merklichen Fehler das Ohmsche Gesetz auf diese Strecke anwenden und erhält

$$J = -\frac{dV}{r \cdot dx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Hieraus ergiebt sich durch Differenzierung

$$dJ = -\frac{1}{r}\frac{d^2V}{dx^2} \cdot dx$$

und mit Berücksichtigung von (1)

$$\frac{d^2V}{dx^2} = \frac{r}{w} \cdot V = m^2 V,$$

wo

$$m^2 = \frac{r}{w} \text{ ist.}$$

Das Integral dieser Gleichung ist

$$V = A \cdot e^{mx} + Be^{-mx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

worin e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen, A und B Konstanten bedeuten, die verschiedene Werte haben, je nachdem die Leitung beim Amte II direkt oder über einen Widerstand an Erde liegt oder isoliert ist. Aus (3) folgt

$$\frac{dV}{dx} = A \cdot me^{mx} - Bme^{-mx},$$

dies in (2) eingesetzt ergiebt

$$J = \frac{m}{r}(-Ae^{mx} + Be^{-mx}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Es werde nun die Leitung in II direkt **mit Erde verbunden**. Dann wird aus (3)

$$\text{für } x = o,\ V_1 = A + B,$$
$$\text{für } x = L,\ V_2 = Ae^{mL} + Be^{-mL} = 0.$$

Daraus folgt

$$\frac{A}{-e^{-mL}} = \frac{B}{e^{mL}} = \frac{V_1}{e^{mL} - e^{-mL}}$$

und die Gleichung (4) geht über in

$$J = \frac{V_1 m}{r} \cdot \frac{e^{m(L-x)} + e^{-m(L-x)}}{e^{mL} - e^{-mL}}.$$

Im Amte I, wo $x = o$, ist dann

$$\frac{V_1}{J_1} = R = \frac{r}{m} \cdot \frac{e^{mL} - e^{-mL}}{e^{mL} + e^{-mL}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

und im Amte II, wo $x = L$, ist der ankommende Strom

$$J_2 = \frac{V_1 m}{r} \cdot \frac{2}{e^{mL} - e^{-mL}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Wird zweitens die Leitung in II **isoliert**, so erhält man in ähnlicher Weise nach Bestimmung der Konstanten A und B

(für $x = o$ ist $V = V_1$, für $x = L$ ist $J_2 = o$)

als Ergebnis, wenn i den von I abgehenden Isolationsstrom bezeichnet,

$$\frac{V_1}{i} = W = \frac{r}{m} \cdot \frac{e^{mL} + e^{-mL}}{e^{mL} - e^{-mL}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Der Widerstand der Stromquelle ist dabei als so gering vorausgesetzt, dass die Klemmenspannung sich bei Isolation der Leitung nicht merklich ändert.

Durch Multiplikation von (5) und (7) ergiebt sich die Beziehung

$$R \cdot W = \frac{r^2}{m^2} = r \cdot w = r \cdot L \times \frac{w}{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

d. h. die drei Produkte aus dem gemessenen, dem wahren und dem kilometrischen Leitungs- und Isolationswiderstande sind gleich.

Wird (5) durch (7) dividiert, so ergiebt sich

$$\frac{R}{W} = \left(\frac{e^{mL} - e^{-mL}}{e^{mL} + e^{-mL}}\right)^2$$

und hieraus

$$e^{2mL} = \frac{1+\sqrt{R/W}}{1-\sqrt{R/W}},$$

oder

$$2\,m\,L = \log\text{nat}\,\frac{1+\sqrt{R/W}}{1-\sqrt{R/W}} = \frac{2\,r\,L}{\sqrt{R\,W}},$$

da nach (8)

$$m = \frac{r}{\sqrt{R\,W}}.$$

Mithin ist der wahre Leitungswiderstand

$$r \cdot L = \tfrac{1}{2}\sqrt{R\,W} \cdot \log\text{nat}\,\frac{1+\sqrt{R/W}}{1-\sqrt{R/W}} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

ferner, da nach (8)

$$w = \frac{R\,W}{r},$$

der wahre Isolationswiderstand

$$\frac{w}{L} = \frac{2\sqrt{R\,W}}{\log\text{nat}\,\dfrac{1+\sqrt{R/W}}{1-\sqrt{R/W}}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Setzt man den Ausdruck

$$\frac{1}{2\sqrt{R/W}} \cdot \log\text{nat}\,\frac{1+\sqrt{R/W}}{1-\sqrt{R/W}} = k,$$

so erhält man

$$r \cdot L = R \cdot k \text{ und } \frac{w}{L} = \frac{W}{k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

k ist demnach der Koeffizient zur Berechnung der wahren Widerstände aus den gemessenen.

Das Verhältnis des ankommenden Stromes zum abgehenden Strome, $\frac{J_2}{J_1}$, welches mit β bezeichnet werde, ergiebt sich aus (5) und (6).

$$\frac{J_2}{J_1} = \beta = \frac{2}{e^{mL}+e^{-mL}} = \sqrt{\left(\frac{2}{e^{mL}+e^{-mL}}\right)^2} = \sqrt{1-\left(\frac{e^{mL}-e^{-mL}}{e^{mL}+e^{-mL}}\right)^2}.$$

Also

$$\frac{J_2}{J_1} = \beta = \sqrt{1-\frac{R}{W}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Die Leitung werde drittens im Amte II **über den Empfangsapparat** vom Widerstande ϱ **mit Erde verbunden.** Der hierbei in I gemessene Leitungswiderstand sei R'. Dann ist am Kabelende in II die Spannung

$$V_2' = A e^{mL} + B e^{-mL}$$

nicht Null, sondern

$$V_2' = J_2' \cdot \varrho.$$

Aus (4) erhält man

$$J_2' = \frac{m}{r}\left(-A e^{mL} + B e^{-mL}\right).$$

Folglich ist

$$\varrho = \frac{V_2'}{J_2'} = \frac{r}{m} \cdot \frac{Ae^{mL} + Be^{-mL}}{-Ae^{mL} + Be^{-mL}}$$

oder

$$\frac{\frac{m\varrho}{r} + 1}{\frac{m\varrho}{r} - 1} = \frac{Be^{-mL}}{Ae^{mL}}.$$

Ferner hat man

$$R' = \frac{V_1}{J_1'},$$

wo V_1 und J_1' aus (3) und (4) für $x = o$ zu bestimmen sind; also

$$R' = \frac{V_1}{J_1'} = \frac{r}{m} \cdot \frac{A + B}{-A + B}.$$

Aus dieser und der Gleichung für ϱ ergiebt sich

$$R' = \frac{r}{m} \cdot \frac{\left(\frac{m\varrho}{r} + 1\right) e^{mL} + \left(\frac{m\varrho}{r} - 1\right) e^{-mL}}{\left(\frac{m\varrho}{r} + 1\right) e^{mL} - \left(\frac{m\varrho}{r} - 1\right) e^{-mL}}$$

oder

$$R' = \frac{R + \varrho}{1 + \varrho / W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Das Verhältnis des ankommenden zum abgehenden Strome findet man

$$\frac{J_2'}{J_1'} = \beta' = \frac{-Ae^{mL} + Be^{-mL}}{-A + B} = \frac{2}{\frac{m\varrho}{r}(e^{mL} - e^{-mL}) + e^{mL} + e^{-mL}},$$

oder da nach (7)

$$\frac{m}{r}(e^{mL} - e^{-mL}) = \frac{1}{W}(e^{mL} + e^{-mL}),$$

$$\frac{J_2'}{J_1'} = \beta' = \frac{1}{1 + \frac{\varrho}{W}} \cdot \frac{2}{e^{mL} + e^{-mL}} = \frac{\sqrt{1 - \frac{R}{W}}}{1 + \frac{\varrho}{W}} \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Man sieht also, dass das Verhältnis der Stärke des ankommenden und abgehenden Stromes in einfacher Weise von dem gemessenen Leitungs- und Isolationswiderstande, bei eingeschaltetem Empfänger auch von dessen Widerstand abhängt. Die Formel 12 ist, wie zuerst Brix auf Grund der Kirchhoffschen Gesetze nachgewiesen hat (Zeitschr. d. deutsch-österr. Tel.-Vereins v. 1860), auch für blanke oberirdische Leitungen streng gültig, sofern die Ableitungen (Stützpunkte) in gleichen Zwischenräumen aufeinander folgen und gleiche Widerstandswerte haben.

Die praktische Anwendung der obigen Formeln wird durch die nebenstehende Tabelle, die mit den Spalten 1, 2, 3, 5 und 6 von Barbarat in den Annales télégraphiques, 1888, S. 396 veröffentlicht ist, erleichtert.

Hat man durch Messung das Verhältnis $\frac{R}{W}$ (Spalte 1) ermittelt, so findet man in Spalte 2 den entsprechenden Wert für β. Die Spalte 3 ergiebt den Koeffizienten k, mittelst dessen sich aus den gemessenen Widerständen die

Verhältnis des gemessenen Leitungswiderstandes zum Isolationswiderstand. $\frac{R}{W}$	Verhältnis des ankommenden Stromes zum abgehenden. $\beta = \sqrt{1 - \frac{R}{W}}$	Koeffizient zur Berechnung der wahren Widerstände. k	Verhältnis des ankommenden Stromes zum Normalstrome. $k \cdot \beta$	Koeffizient der Batterieverstärkung zum Ausgleich des Stromverlustes. $\frac{1}{k \cdot \beta}$	Verhältnis des wahren Leitungswiderstandes zum Isolationswiderstande. $\frac{R}{W} \cdot k^2 = \frac{r}{w} \cdot L^2$	Verhältnis der nutzbaren Stromdifferenz bei Ruhestrom zum Normalstrome. $\frac{1}{2} k\beta(1+\beta)$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
0	1	1	1	1	0	1
0,001	0,9995	1,0004	0,9998	1,0002	0,001	0,99955
0,005	0,997	1,002	0,999	1,0010	0,005	0,9975
0,01	0,995	1,004	0,9985	1,0015	0,010	0,9959
0,05	0,974	1,018	0,9926	1,0075	0,052	0,9797
0,10	0,949	1,035	0,985	1,015	0,107	0,9599
0,15	0,917	1,055	0,973	1,027	0,167	0,9326
0,20	0,895	1,076	0,960	1,040	0,231	0,9096
0,25	0,866	1,097	0,950	1,050	0,300	0,886
0,30	0,837	1,123	0,940	1,060	0,378	0,863
0,35	0,806	1,150	0,930	1,075	0,463	0,840
0,40	0,775	1,178	0,917	1,090	0,554	0,814
0,45	0,742	1,211	0,900	1,110	0,661	0,784
0,50	0,707	1,246	0,881	1,135	0,775	0,752
0,525	0,689	1,265	0,872	1,147	0,840	0,736
0,55	0,671	1,287	0.862	1,160	0,910	0,720
0,575	0,652	1,307	0,851	1,175	0,980	0,703
0,60	0,633	1,331	0,840	1,190	1,06	0,686
0,625	0,613	1,357	0,830	1,205	1,15	0,669
0,65	0,592	1,384	0,820	1,220	1,24	0,652
0,675	0,570	1,415	0,805	1,243	1,35	0,632
0,70	0,548	1,447	0,790	1,266	1,46	0,611
0,725	0,524	1,481	0,775	1,290	1,59	0,590
0,75	0,500	1,521	0,760	1,315	1,74	0,570
0,775	0,475	1,563	0,741	1,350	1,89	0,546
0,80	0,447	1,603	0,719	1,390	2,05	0,520
0,825	0,418	1,670	0,699	1,430	2,30	0,495
0,85	0,387	1,738	0,676	1,480	2,57	0,469
0,875	0,353	1,815	0,641	1,560	2,88	0,434
0,90	0,316	1,920	0,592	1,69	3,32	0,390
0,91	0,300	1,966	0,585	1,71	3,51	0,380
0,92	0,283	2,016	0,575	1,74	3,73	0,369
0,93	0,264	2,074	0,549	1,82	3,99	0,347
0,94	0,245	2,142	0,526	1,90	4,32	0,327
0,95	0,224	2,263	0,505	1,98	4,86	0,309
0,96	0,200	2,345	0,463	2,16	5,26	0,279
0,97	0,173	2,424	0,426	2,35	5,72	0,250
0,98	0,141	2,674	0,376	2,66	7,00	0,214
0,99	0,100	3,010	0,301	3,32	8,95	0,165
1	0	∞	0	∞	∞	0

wahren berechnen lassen. Der abgehende Strom ist natürlich nicht gleich dem Normalstrome, der in der Reichstelegraphie z. B. für Morseschreiber und Klopfer auf 0,013 Amp. festgesetzt ist, sondern von dem gemessenen Leitungswiderstand abhängig und um so stärker, je schlechter die Leitung isoliert ist. Wird die Batterieklemmenspannung V_1 so bemessen, dass sie bei vollkommen isolierter Leitung den Normalstrom J erzeugt, so ist

$$J = \frac{V_1}{r\,L} \text{ und } J_1 = \frac{V_1}{R} = \frac{V_1}{r\,L} \cdot k = J \cdot k,$$

also der ankommende Strom $J_2 = J \cdot k\beta$. Die Tabelle enthält für jeden Wert von $\frac{R}{W}$ in Spalte 2 das Verhältnis des abgehenden Stromes zum Normalstrom und in Spalte 4 das Verhältnis des ankommenden Stromes zum Normalstrom. Spalte 5 giebt an, in welchem Verhältnis die für eine vollkommen isolierte Leitung berechnete Batterie verstärkt werden muss, wenn der ankommende Strom auch bei unvollkommener Isolation die Normalstärke J haben soll. Für diesen Fall muss offenbar die Batterie so gross sein, dass sie bei vollkommener Isolation den Strom $J \cdot \frac{1}{k\beta}$ geben würde; sie muss also auf das $\frac{1}{k\beta}$ fache verstärkt werden.

Ist z. B. gemessen worden $R = 5000$ Ohm, $W = 10000$ Ohm, so findet man in Spalte 1 $\frac{R}{W} = 0{,}5$, in Spalte 2 $\beta = 0{,}707$, in Spalte 3 $k = 1{,}246$. Der wahre Leitungswiderstand beträgt

$$r \cdot L = R \cdot k = 5000 \cdot 1{,}246 = 6230 \text{ Ohm},$$

die Batteriespannung für einen Normalstrom von 0,013 Amp. 81 Volt. Bei dem gemessenen Widerstande beträgt der abgehende Strom

$$J_1 = \frac{81}{5000} = 0{,}013 \cdot 1{,}246 = 0{,}0162 \text{ Amp.},$$

der ankommende Strom $J_2 = 0{,}0162 \cdot 0{,}707 = 0{,}013 \cdot 0{,}881 = 0{,}01145$ Amp. Soll letzterer auf 0,013 Amp. gebracht werden, so muss die Batteriespannung

$$81 \cdot 1{,}135 = 92 \text{ Volt sein.}$$

Die Spalte 6 giebt das Verhältnis des wahren Leitungswiderstandes zum wahren Isolationswiderstande an:

$$\frac{r \cdot L}{w/L} = \frac{r}{w} \cdot L^2 = \frac{R \cdot k}{W/k} = \frac{R}{W} \cdot k^2.$$

Mit Hilfe der darin enthaltenen Zahlen lässt sich leicht übersehen, welchen Einfluss der Widerstand des Leitungsdrahtes auf die ankommende Stromstärke ausübt. Vergleichen wir z. B. eine 4 mm Eisenleitung mit einer 3 mm Bronzeleitung, beide von 500 km Länge und mit einem wahren Isolationswiderstande von 2,5 Megohm für 1 km. Für jene ist $r = 10$ Ohm, für diese $r = 2{,}73$ Ohm. Bei der Eisenleitung ist

$$\frac{r}{w} \cdot L^2 = \frac{5000}{5000} = 1,$$

zu welchem Werte in Spalte 6 die Spalte 4 den Wert $k\beta = 0{,}848$ ergiebt. Für die Bronzeleitung ist dagegen

$$\frac{r}{w} \cdot L^2 = \frac{1365}{5000} = 0{,}273$$

und demnach $k\beta = 0{,}954$. Bei einer Leitungslänge von 1000 km würde für die Eisenleitung $k\beta = 0{,}548$ und für die Bronzeleitung $k\beta = 0{,}837$ sein. Daraus geht hervor, dass bei schlechter Isolation der Bronzedraht einen erheblich grösseren Stromteil zum fernen Amte leitet als der Eisendraht.

Umgekehrt ersieht man mit Hülfe von Spalte 6, wie weit der Isolationswiderstand höchstens sinken darf, wenn der Empfangsapparat noch sicher ansprechen soll. Geschieht dies noch bei $^2/_3$ der Normalstromstärke, also bei einem Werte von $k\beta = 0{,}67$, so darf

$$\frac{R}{W} \cdot k^2 = \frac{r}{w} \cdot L^2 = 2{,}62$$

oder

$$w = \frac{r}{2{,}62} \cdot L^2$$

sein, mithin für 4 mm Eisendraht $w = 3{,}817\ L^2$, für 3 mm Bronzedraht $w = 1{,}042\ L^2$. Der wahre kilometrische Isolationswiderstand muss also z. B. betragen bei 500 km Länge 0,95 bez. 0,26 Megohm, dagegen bei 1000 km Länge 3,817 bez. 1,042 Megohm. Hier tritt klar hervor, dass man auf gute Isolation einer Leitung um so mehr Gewicht zu legen hat, je grösser der Drahtwiderstand ist.

Um zu berechnen, auf welche Entfernung bei gegebenen Werten für r und w die zum Betrieb erforderliche Mindeststromstärke ohne Batterieverstärkung erzeugt werden kann, hat man bei den obigen Annahmen zu setzen

$$2{,}62 = \frac{r}{w} \cdot L^2 \text{ oder } L = \sqrt{2{,}62 \cdot \frac{w}{r}}.$$

Ist $w = 1$ Megohm gegeben, so erhält man für die Eisenleitung

$$L = \sqrt{2{,}62 \cdot 10^5} = 512 \text{ km}$$

und für die Bronzeleitung

$$L = \sqrt{\frac{2{,}62}{2{,}73} \cdot 10^6} = 980 \text{ km}.$$

Man kann daher in Bronzeleitungen auf viel grössere Entfernung direkt, d. h. ohne Übertragung arbeiten als in Eisenleitungen.

Durch die Einschaltung des Empfängers mit dem Widerstande ϱ in die Erdleitung des Amtes II wird das Verhältnis des ankommenden Stromes zum abgehenden herabgedrückt, indem die in Spalte 2 gegebenen Zahlen gemäss Formel 14 noch durch $1 + \varrho/_W$ zu dividieren sind. In diesem Falle ist der abgehende Strom

$$J_1' = \frac{V_1}{R'} = \frac{V_1}{R} \cdot \frac{1 + \varrho/_W}{1 + \varrho/_R}$$

und der ankommende Strom

$$J_2' = J_1' \cdot \frac{\beta}{1 + \varrho/_W} = \frac{V_1}{R} \cdot \frac{\beta}{1 + \varrho/_R}.$$

Wählt man V_1 wieder so, dass bei vollkommener Isolation der Normalstrom J entsteht, so wird

$$J = \frac{V_1}{rL + \varrho} = \frac{V_1}{Rk + \varrho},$$

also

$$J_2' = J \cdot k\beta \cdot \frac{1 + \frac{\varrho}{rL}}{1 + \varrho/_R}$$

sein. Als Beispiel nehmen wir eine 500 km lange Leitung von 4 mm Eisendraht an, die beim Amte II auf einen Hughesapparat von 1200 Ohm Widerstand geschaltet ist und mit dem Normalstrom von 0,020 Ampere betrieben wird; der Hughesapparat in I sei mit mechanischer Selbstauslösung versehen, so dass sein Elektromagnet beim Geben nicht im Stromkreise liegt. Das Verhältnis $\frac{R}{W}$ werde durch Messung zu 0,75 ermittelt; dann ist $k = 1{,}521$, $R = \frac{5000}{k} = 3287$ Ohm, $k\beta = 0{,}76$ und $J_2' = 0{,}02 \cdot 0{,}76 \cdot 0{,}9 = 0{,}01368$ Amp. Ohne Empfänger würde bei entsprechender anderweitiger Bemessung der Batterie die ankommende Stromstärke $J_2 = 0{,}02 \cdot 0{,}76 = 0{,}0152$ Amp. betragen.

Wenn der Hughesapparat des Amtes I für elektrische Selbstauslösung eingerichtet ist und sein Elektromagnet ϱ_1 daher beim Geben im Stromkreise liegt, so lässt sich das Verhältnis der beiden Stromstärken ebenfalls nach Formel 14 berechnen. Bei Vergleichung des ankommenden Stromes mit dem Normalstrom ist zu beachten, dass die Spannung am Anfange der Leitung V_1 nicht gleich der Batterieklemmenspannung V_0, sondern gleich $V_0 - J_1'' \cdot \varrho_1$ ist. Man hat alsdann

$$J_1'' = \frac{V_1}{R'} = \frac{V_0 - J_1'' \cdot \varrho_1}{R'} = \frac{V_0}{\varrho_1 + R'}$$

und

$$J = \frac{V_0}{\varrho_1 + \varrho_2 + Rk},$$

also

$$J_1'' = J\,\frac{\varrho_1 + \varrho_2 + Rk}{\varrho_1 + R'},$$

mithin

$$J_2'' = J_1'' \cdot \frac{\beta}{1 + \frac{\varrho_2}{W}} = J \cdot k\beta \cdot \frac{1 + \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{rL}}{1 + \frac{\varrho_2}{R}\left(1 + \frac{\varrho_1}{\varrho_2} + \frac{\varrho_1}{W}\right)}.$$

In dem vorigen Beispiel würde demnach, wenn $\varrho_1 = \varrho_2 = 1200$ Ohm gesetzt wird, und da $W = \frac{R}{0{,}75} = 4383$ Ohm ist, $J_2'' = 0{,}02 \cdot 0{,}76 \cdot 0{,}8 = 0{,}01216$ Amp. werden. Durch die Einschaltung eines Widerstandes auch beim gebenden Amte wird also der ankommende Stromteil noch weiter herabgedrückt.

Unter der gemachten Voraussetzung, dass die Ableitungen ganz gleichmässig längs der Leitung verteilt seien, wird man natürlich im Amte II beim Messen dieselben Werte für R und W erhalten wie in I; der Stromverlauf in der Richtung von II nach I wird daher genau der gleiche sein.

Ungleichmässig verteilte Ableitung.

Ungleichmässig verteilte Ableitung. Ist dagegen die Leitung nicht in ihrer ganzen Länge gleichmässig isoliert, so sind die vorstehend entwickelten Formeln nicht anwendbar. Dies gilt insbesondere beim Vorhandensein von Isolationsfehlern in Luft- und Kabelleitungen. Wir haben

daher noch den allgemeineren Fall zu untersuchen, dass die Leitung an beliebigen Stellen mit Nebenschlüssen von beliebigem Widerstande behaftet ist.

Es sei I—II (Fig. 32) eine derartige Leitung, an welche im Amte I eine Batterie mit der EMK E, im Amte II ein Empfangsapparat angelegt ist. Der gesamte Widerstand vom Punkte I durch die Batterie hindurch bis zur Erde werde mit r_1, der Widerstand von Punkt II bis zur Erde mit r_2 bezeichnet. Auf der Leitung zwischen I und II möge an allen Stützpunkten und beliebigen sonstigen Stellen Stromverlust stattfinden; die Leitung besteht

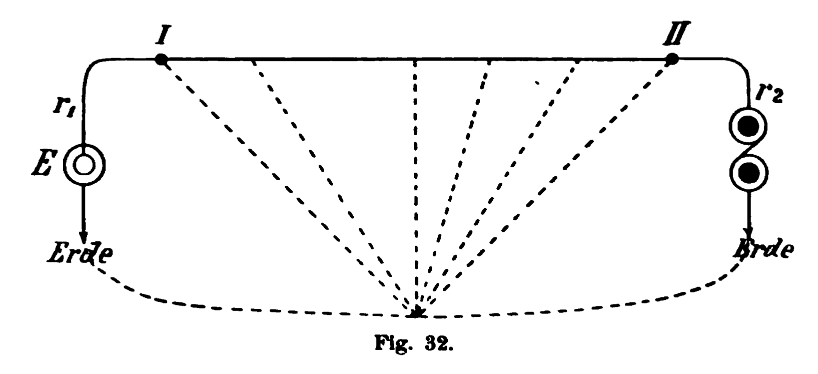


Fig. 32.

also aus einer grossen Anzahl von Strecken, in deren jeder die Stromstärke einen anderen Wert hat. Uns kommt es nur darauf an, die in r_1 und r_2 vorhandenen Stromstärken J_1 und J_2 zu ermitteln. Zu dem Zwecke haben wir, unter Anwendung der KIRCHHOFFschen Gesetze auf die geschlossene Strombahn Erde — r_1 — Leitung — r_2 — Erde und die Verzweigungen, die erforderlichen Gleichungen aufzustellen. Daraus ergeben sich folgende Werte:

$$J_1 = E \frac{\beta_1' + \gamma r_2}{\alpha' + \beta_1' r_1 + \beta_2' r_2 + \gamma r_1 r_2}; \quad J_2 = E \frac{A'}{\alpha' + \beta_1' r_1 + \beta_2' r_2 + \gamma r_1 r_2}.$$

Hier sind A', α', β_1', β_2' und γ Funktionen der Widerstände der einzelnen Leitungsstrecken und Nebenschliessungen, z. B. ist α' die Summe derjenigen Kombinationen der Einzelwiderstände, in denen r_1 und r_2 nicht vorkommen, β_1' die Summe der Kombinationen mit dem Faktor r_1 u. s. w. In beiden Ausdrücken kann man Zähler und Nenner durch γ dividieren und erhält, wenn

$$\frac{\alpha'}{\gamma} = \alpha, \ \frac{\beta'}{\gamma} = \beta$$

u. s. w. gesetzt wird,

$$J_1 = E \frac{\beta_1 + r_2}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2}; \quad J_2 = E \frac{A}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2}.$$

Ausser dem Werte

$$J_1 = \frac{E}{r_1 + \frac{\alpha + \beta_2 r_2}{\beta_1 + r_2}}$$

hat man für den abgehenden Strom offenbar auch den Wert

$$J_1 = \frac{E}{r_1 + R},$$

wo R den kombinierten Widerstand vom Punkte I ab bezeichnet.

Demnach ist

$$R = \frac{\alpha + \beta_2 r_2}{\beta_1 + r_2}.$$

Hieraus ergiebt sich für $r_2 = 0$ der in I gemessene Leitungswiderstand

$$R_1 = \frac{\alpha}{\beta_1}$$

und für $r_2 = \infty$ der in I gemessene Isolationswiderstand

$$W_1 = \beta_2.$$

Es werde nun die Batterie E aus dem Amte I nach dem Amte II verlegt, ohne dass die Widerstände r_1 und r_2 sich ändern. Dann erhält man in derselben Weise für die in r_1 und r_2 entstehenden Ströme J'_1 und J'_2 folgende Werte:

$$J'_2 = E \cdot \frac{\beta_2 + r_1}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2}, \quad J'_1 = E \cdot \frac{A}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_1 + r_1 r_2}.$$

Der ankommende Strom J'_1 hat denselben Wert wie vorher der ankommende Strom J_2, gemäss dem von KIRCHHOFF bewiesenen Satze, dass in jedem beliebigen Leiternetze der Strom, welcher in einer Strecke a durch eine in einer anderen Strecke b vorhandenen EMK hervorgebracht wird, gleich ist dem Strome, welchen eine in a befindliche gleiche EMK in b erzeugen würde (Pogg. Annalen, Bd. 72, Jahrg. 1847, S. 508).

Aus dem Werte für J'_2 ergeben sich die von Amt II aus gemessenen Widerstände, nämlich der Leitungswiderstand

$$R_2 = \frac{\alpha}{\beta_2}$$

und der Isolationswiderstand

$$W_2 = \beta_1.$$

Man hat also

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{W_1}{W_2} \text{ oder } \frac{R_1}{W_1} = \frac{R_2}{W_2},$$

d. h. das Verhältnis des gemessenen Leitungswiderstandes zum Isolationswiderstande ist an beiden Enden der Leitung dasselbe. Ferner erhält man

$$a = R_1 W_2 = R_2 W_1.$$

Damit der ankommende Strom berechnet werden kann, muss noch A bestimmt werden. Dazu diene folgende Erwägung. Wird die Batterie E im Amte I angelegt und die Leitung in II unterbrochen, also $r_2 = \infty$ gemacht, so ist der abgehende Isolationsstrom

$$i_1 = \frac{E}{r_1 + \beta_2};$$

mithin ist die Stromzunahme, wenn darauf die Leitung in II wieder geschlossen wird,

$$J_1 - i_1 = E\left(\frac{\beta_1 + r_2}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2} - \frac{1}{r_1 + \beta_2}\right).$$

Der Strom $J_1 - i_1$ im Amte I kann auch durch Einschaltung einer Batterie in II erzeugt werden; diese muss offenbar so bemessen sein, dass sie bei

Unterbrechung des Stromkreises in II an diesem Punkte dieselbe Spannung hervorbringt, wie die Batterie E von I aus. Bei geschlossener Leitung ist die im Punkte II herrschende Spannung

$$J_2 \cdot r_2 = E \frac{A \cdot r_2}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2};$$

sie geht, wenn die Leitung unterbrochen, also $r_2 = \infty$ wird, über in

$$V_{II} = E \cdot \frac{A}{\beta_2 + r_1}.$$

Bringt man eine EMK von dieser Grösse in die Strecke r_2 hinein, so ist der in r_1 ankommende Strom

$$E \cdot \frac{A}{\beta_2 + r_1} \cdot \frac{A}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2},$$

und dieser ist gleich dem obigen Werte für $J_1 - i_1$. Aus der so erhaltenen Gleichung berechnet sich

$$A^2 = \beta_1 \beta_2 - \alpha = W_1 W_2 - R_1 W_2$$

oder

$$A = \sqrt{W_2 (W_1 - R_1)} = \sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}.$$

Nunmehr ergiebt sich das Verhältnis des ankommenden Stromes zum abgehenden

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{A}{\beta_1 + r_2} = \frac{\sqrt{W_2 (W_1 - R_1)}}{W_2 + r_2}$$

und

$$\frac{J'_1}{J'_2} = \frac{A}{\beta_2 + r_1} = \frac{\sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}}{W_1 + r_1}.$$

Misst man auf beiden Ämtern denselben Leitungs- und denselben Isolationswiderstand, und haben beide Ämter selbst gleichen Widerstand $r_1 = r_2 = \varrho$, so findet man aus diesen Formeln das Verhältnis der Ströme

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{J'_1}{J'_2} = \frac{\sqrt{1 - R/W}}{1 + \varrho/W},$$

d. i. Formel 14. Dieser Fall liegt vor, wenn die Ableitungen alle gleichen Widerstand haben und gleichmässig verteilt sind, ferner auch dann, wenn ausser diesen Ableitungen ein Isolationsfehler in der Mitte oder mehrere Fehler in beiden Leitungshälften, aber symmetrisch zur Mitte vorhanden sind.

Weichen dagegen die Messergebnisse beider Ämter voneinander ab, so muss, wenn wiederum $r_1 = r_2$ ist, auf demjenigen Amte der ankommende Strom im Verhältnis zum abgehenden des fernen Amtes grösser sein, welches den kleineren Isolationswiderstand misst, also die Leitung schlechter isoliert findet. Denn ist $W_2 < W_1$, so ergeben die Formeln

$$\frac{J_2}{J_1} > \frac{J'_1}{J'_2}.$$

Dieser Satz lässt sich, da

$$\frac{J'_1}{J_1} = \frac{A}{\beta_1 + r_2} \text{ und } \frac{J_2}{J'_2} = \frac{A}{\beta_2 + r_1},$$

auch so ausdrücken: „Das Verhältnis des ankommenden Stromes zum eigenen abgehenden Strome ist auf dem Amte grösser, wo der grössere Isolationswiderstand gemessen wird.“

Welchen Einfluss die **Lage eines Isolationsfehlers** auf die Messergebnisse ausübt, möge Fig. 33 veranschaulichen. An die vollkommen isolierte künstliche Leitung AB vom Widerstande $x + y$ sei im Punkte C ein Nebenschluss vom Widerstande z angelegt. Durch entsprechende Wahl der Grössen x, y, z kann man auf dieser Leitung die Stromverhältnisse jeder beliebigen wirklichen Leitung nachbilden. Der Nebenschluss z übt dann dieselbe Wirkung, wie sämtliche über die wirkliche Leitung verteilten Ableitungen und Isolationsfehler. — Von A aus gemessen ist

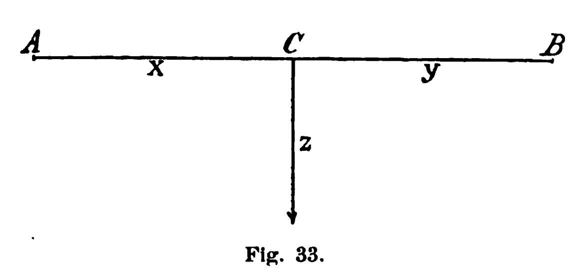


Fig. 33.

$$\text{der Isolationswiderstand } W_1 = x + z,$$

$$\text{der Leitungswiderstand } R_1 = x + \frac{yz}{y+z} = \frac{xy + xz + yz}{y+z},$$

von B gemessen ist

$$\text{der Isolationswiderstand } W_2 = y + z,$$

$$\text{der Leitungswiderstand } R_2 = \frac{xy + xz + yz}{x+z}.$$

Man sieht, dass für $x = y$, wenn also der Fehler in der Mitte liegt, $W_1 = W_2$ und $R_1 = R_2$ ist. Ist $x < y$, so ist auch $W_1 < W_2$ und $R_1 < R_2$, und umgekehrt, d. h. das Amt, welchem der Fehler näher liegt, misst einen kleineren Leitungs- und Isolationswiderstand als das andere Amt. Jenes findet mithin auch das Verhältnis zwischen dem ankommenden und dem eigenen abgehenden Strome kleiner als das von der Fehlerstelle weiter entfernte Amt.

Ruhestrom.

Ruhestrom. Den bisherigen Betrachtungen lag die als Arbeitsstrom bezeichnete Betriebsweise zu Grunde, bei welcher die telegraphischen Zeichen im Amte II durch Stromsendung vom Amte I aus erzeugt werden. Anders liegen die Verhältnisse bei Ruhestrom, wo die Betriebsbatterie auf die Ämter I und II verteilt ist und das Telegraphieren durch Unterbrechen des Stromkreises geschieht. Der im Ruhezustand auf jedem Amte vorhandene Strom setzt sich zusammen aus dem abgehenden Strome der eigenen Batterie und dem ankommenden Strome der fernen Batterie. Er ist, da $r_1 = r_2$,

$$J_1 = \tfrac{1}{2} E \cdot \frac{\beta_1 + r_2}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2} + \tfrac{1}{2} E \cdot \frac{\beta_2 + r_1}{\alpha + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + r_1 r_2} \cdot \frac{\sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}}{W_1 + r_1}$$

$$= \tfrac{1}{2} E \cdot \frac{W_2 + r_1 + \sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}}{R_1 W_2 + (W_1 + W_2) r_1 + r_1^2}.$$

Bei Unterbrechung des Stromkreises im Amte II sinkt die Stromstärke daselbst auf Null, im Amte I dagegen auf die des Isolationsstroms

$$i_1 = \frac{{}^1/_2 E}{W_1 + r_1}.$$

Die Differenz $J_1 - i_1$ ist die nutzbare Stromstärke, die in Wechselwirkung mit der Abreissfeder die Zeichen hervorbringt. Es ist

$$J_1 - i_1 = \tfrac{1}{2} E \cdot \frac{W_1 \left(W_2 - R_2 + \sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}\right) + r_1 \sqrt{W_1 (W_2 - R_2)}}{(W_1 + r_1) [R_1 W_2 + (W_1 + W_2) r_1 + r_1^2]}.$$

Diese Stromdifferenz hat immer einen geringeren Wert als der ankommende Strom bei Arbeitsstrom (abgesehen von dem Falle einer vollkommenen Isolation); denn es ist das Verhältnis

$$\frac{J_1 - i_1}{J'_1} = \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{\sqrt{W_1(W_2 - R_2)}}{W_1 + r_1}\right) = 1 \text{ für } W_1 = W_2 = \infty,$$

aber < 1 für endliche Werte von W_1 und W_2.

Wir wollen auch hier den Fall einer gleichmässigen Leitungsisolation berücksichtigen, wobei $W_1 = W_2$ und $R_1 = R_2$ ist, und zugleich wieder annehmen, bei den Ämtern I und II sei ausser den Sammlerbatterien, deren Widerstand vernachlässigt werden darf, kein Widerstand eingeschaltet. Dann geht die Formel für die nutzbare Stromstärke über in

$$J_1 - i_1 = \tfrac{1}{2} E \cdot \frac{W - R + \sqrt{W(W - R)}}{RW}.$$

Die Gesamtbatterie sei wieder so bemessen, dass sie bei vollkommener Leitungsisolation den Normalstrom J erzeugen würde. Es ist dann

$$J = \frac{E}{R \cdot k} \text{ und } \frac{J_1 - i_1}{J} = \tfrac{1}{2} k\left(1 - {}^R/_W + \sqrt{1 - {}^R/_W}\right) = \tfrac{1}{2} k\beta(\beta + 1).$$

Diese Formel gestattet, die nutzbare Stromdifferenz, welche sich mit dem Isolationszustande ändert, auf den Normalstrom zurückzuführen. In Spalte 7 der Tabelle auf S. 73 ist ihr Verhältnis zum Normalstrom für die verschiedenen Werte von ${}^R/_W$ angegeben. Ein Vergleich der Zahlen in den Spalten 7 und 4 lässt unmittelbar erkennen, in welchem Maasse die nutzbare Stromstärke bei Ruhestrom hinter dem ankommenden Arbeitsstrom zurückbleibt. So erhält man z. B. unter Zugrundelegung einer 500 km langen Morseleitung von 4 mm Eisendraht, wenn $r = 10$ Ohm, $w = 1$ Megohm, also

$$\frac{r}{w} \cdot L^2 = 2{,}5$$

ist und demnach ${}^R/_W = 0{,}844$ gemessen wird, aus den Spalten 7 und 4 die Werte 0,476 bez. 0,682, mithin

$$J_1 - i_1 = 0{,}013 \cdot 0{,}476 = 0{,}0062 \text{ Amp.}$$

und

$$J'_1 = 0{,}013 \cdot 0{,}682 = 0{,}0089 \text{ Amp.}$$

Einfluss der Selbstinduktion.

Beim Telegraphieren mit Gleichstrom macht sich die Selbstinduktion, ebenso wie die Ladung, nur bemerkbar während der Dauer des veränderlichen Zustandes, d. h. nur unmittelbar nach Schliessung und beim Unterbrechen des Stromes. Die Selbstinduktion der Kabel kann gegenüber ihrer Ladefähigkeit vernachlässigt werden; auch bei oberirdischen Leitungen ist sie gering, beträchtlich dagegen in den Elektromagneten der Empfangsapparate. Der Selbstinduktionskoeffizient beträgt z. B. (nach STRECKER, Hilfsbuch für die Elektrotechnik) für 1 km Kupfer- oder Bronzedraht 0,003 H, für 1 km Eisendraht 0,016 H, für den Elektromagnet eines Morseapparats bei aufliegendem Anker 18 H, bei abstehendem Anker 13 H, für den Elektromagnet eines Hughesapparats 29 bez. 26 H, für einen Wecker von

85 Ohm Widerstand mit abstehendem Anker 1,2 H, für einen Klappenelektromagnet von 100 Ohm Widerstand 0,4 H.

Schreibt man die Spannungsgleichung

$$E = i w + L \frac{di}{dt}$$

in der Form

$$\frac{di}{E - i w} = \frac{dt}{L},$$

so ergiebt sich daraus durch Integration

$$-\frac{1}{w} \log \text{nat} (E - i w) = \frac{t}{L} + \log \text{nat}\ C,$$

oder

$$\log \text{nat} [(E - i w) \cdot C] = -\frac{w t}{L},$$

mithin

$$(E - i w) \cdot C = e^{-\frac{w t}{L}},$$

wo e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen ist. In dem Augenblicke, wo der Strom geschlossen wird, also zur Zeit $t = 0$, ist $i = 0$, folglich

$$C = \frac{1}{E}.$$

Durch Einsetzen dieses Wertes für die Konstante C erhält man

$$i = \frac{E}{w}\left(1 - e^{-\frac{w t}{L}}\right) = J\left(1 - e^{-\frac{w t}{L}}\right).$$

Der dem Ohmschen Gesetz entsprechende Wert des Stromes J wird demnach vollständig erst nach unendlich langer Zeit erreicht, angenähert aber schon sehr bald, und zwar um so rascher, je grösser der Quotient $\frac{w}{L}$, je kleiner also der Selbstinduktionskoeffizient im Verhältnis zum Widerstand ist. Zur Zeit

$$t = \frac{L}{w} \text{ ist } i = J\left(1 - \frac{1}{e}\right) = 0{,}63\ J.$$

Der Wert $\frac{L}{w}$ ist also ein Kennzeichen für die Schnelligkeit des Anwachsens und heisst die Zeitkonstante des Stromkreises.

Nehmen wir z. B. eine 500 km lange Leitung von 4 mm Eisendraht an, zu deren Betrieb Hughesapparate mit elektrischer Selbstauslösung verwendet werden. Für diese Leitung ist $w = 7400$ Ohm, $L = 66$ Henry. Falls die Leitung vollkommen isoliert ist, erreicht der Strom zur Zeit

$$t = \frac{L}{w} = 0{,}009 \text{ Sekunden}$$

nach Schliessung den Wert 0,63 J, nach etwas mehr als der doppelten Zeit $t = 0{,}02$ Sekunden aber schon den Wert 0,9 J.

Wenn die Hughesapparate für mechanische Selbstauslösung eingerichtet sind, beträgt $w = 6200$ Ohm und $L = 37$ Henry. Alsdann steigt der Strom schon zur Zeit $t = 0{,}006$ Sekunden auf 0,63 J an und zur Zeit $t = 0{,}02$ Sekunden auf 0,965 J.

Um die Wirkung der Selbstinduktion beim Verschwinden des Stromes zu untersuchen, denken wir uns die den Strom erzeugende EMK plötzlich aus dem Stromkreise ausgeschaltet. Für $E = 0$ geht die obige Grundgleichung über in

$$-i w C = e^{-\frac{w}{L}}.$$

Im Moment der Ausschaltung, zur Zeit $t = 0$, ist noch der volle Strom

$$i = J = \frac{E}{w}$$

vorhanden, also die Konstante

$$C = -\frac{1}{i w} = -\frac{1}{E}.$$

Bei Einsetzung dieses Wertes erhält man aus der Grundgleichung

$$i = \frac{E}{w} \cdot e^{-\frac{w t}{L}} = J \cdot e^{-\frac{w t}{L}}.$$

Der Strom verschwindet demnach nur allmählich und wird erst nach unendlich langer Zeit vollständig $= 0$, sinkt thatsächlich aber sehr schnell auf einen nicht mehr wahrnehmbaren Wert. Zur Zeit $t = \frac{L}{w}$ beträgt die Stromstärke nur noch $0{,}37\ J$.

Die Fig. 34 und 35 mögen das Ansteigen und Abfallen der Stromstärke in einem Leiter mit Selbstinduktion veranschaulichen.

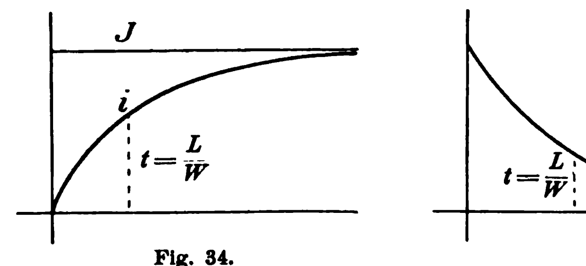


Fig. 34. Fig. 35.

Wenn man, statt die EMK auszuschalten, den Stromkreis unterbricht, so kann der Extrastrom sich nicht der Formel gemäss entwickeln; sein Verlauf ist dann auf einen äusserst kurzen Moment beschränkt und seine EMK so gross, dass an der Unterbrechungsstelle ein Funke entsteht. —

Fig. 36 zeigt eine im Telegraphen-Versuchsamte zu Berlin mit dem Wellenmesser aufgenommene Stromkurve. Zu Grunde gelegt war eine Leitung mit eingeschaltetem Morseapparat von 11,9 H Selbstinduktion und

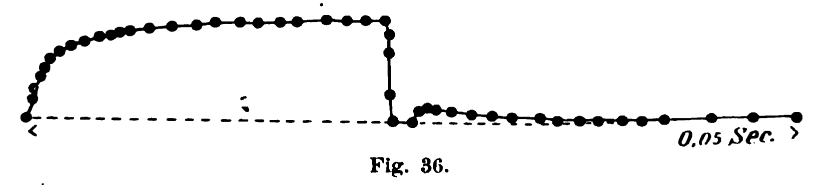


Fig. 36.

einem Gesamtwiderstand von 8550 Ohm. Der Leitungsanfang war an den Hebel der Taste gelegt, deren Ruhekontakt mit Erde und deren Arbeitskontakt mit der Batterie in Verbindung stand; in die Erdleitung des Morse

am Leitungsende war der Wellenmesser eingeschaltet. Die erhaltene Kurve weicht von der theoretischen Exponentialkurve ein wenig ab: sie steigt zuerst steiler an, biegt dann schärfer um und nähert sich schliesslich langsamer dem stationären Werte. Die Abweichung ist auf Wirbelströme zurückzuführen, welche in den Eisenkernen des Elektromagnets bei Änderungen des Magnetismus entstehen und auf diese Änderungen verzögernd einwirken. Nach erfolgter Unterbrechung sinkt der Strom in 0,0004 Sekunden auf den Wert Null herab. 0,005 Sekunden später wird die Leitung durch den Ruhekontakt wieder geschlossen, der Strom beginnt noch einmal in derselben Richtung zu fliessen und nimmt dann ganz langsam ab, so dass noch an dem vorletzten der eingezeichneten Beobachtungspunkte ein geringer Strom nachzuweisen war. Dieser Strom kann nur durch Induktion aus dem Elektromagnet entstanden sein, in welchem also der Magnetismus nicht gleichzeitig mit dem Strome in den Windungen verschwindet, sondern infolge Einwirkung von Wirbelströmen nur allmählich schwächer wird.

Einfluss der Ladungsfähigkeit.

Ladungs- u. Entladungsströme.

Ladungs- und Entladungsströme. Die Elektrizitätsmenge Q, welche ein Kondensator mit der elektrostatischen Ladungskapazität C aufnimmt, wenn er aus einer Stromquelle von der Spannung V geladen wird, ist $Q = C\,V$. Ist $Q = 1$ Coulomb bei $V = 1$ Volt, so beträgt die Kapazität gerade 1 Farad.

Jede Telegraphenleitung hat eine bestimmte elektrostatische Ladefähigkeit, die ihrer Länge l proportional ist. Sie berechnet sich für eine im Abstande h über dem Erdboden geführte blanke Leitung von der Drahtstärke d nach der Formel

$$C = \frac{l \cdot k}{2 \log \operatorname{nat} \frac{4h}{d}}$$

und für ein einaderiges Kabel, dessen Leiterquerschnitt den Radius r und dessen Isolierhülle die Dicke $R - r$ hat, nach der Formel

$$C = \frac{l \cdot k}{2 \log \operatorname{nat} \frac{R}{r}}.$$

k ist die Konstante des Diëlektrikums und für Luft $= 1$, für Guttapercha $= 4{,}2$, für Kautschuk $= 2$ zu setzen. Die Kapazität beträgt für 1 km bei 6—8 m hoch über dem Erdboden geführten blanken Leitungen bis 0,01 Mikrofarad, bei Telegraphenkabeln etwa 0,28 Mikrofarad.

Verbindet man eine Leitung mit der Stromquelle, so wird jene von dem in sie hineinfliessenden Strome zunächst elektrostatisch geladen. Die hierzu hergegebene Elektrizitätsmenge bewirkt eine Schwächung des weiterfliessenden Stromes und demnach ein verzögertes Ansteigen des Stromes beim fernen Amte. Beim gebenden Amte wirkt die Ladefähigkeit der Leitung im umgekehrten Sinne: sie veranlasst im ersten Augenblicke das Entstehen eines stärkeren Stromes, als er dem Ohmschen Gesetze entspricht.

Sobald die Stromgebung unterbrochen wird, fliesst die Ladung der Leitung nach beiden Ämtern zur Erde ab; die Richtung dieses Entladungsstroms ist beim empfangenden Amte der des ursprünglichen Stromes gleich,

beim gebenden ihr entgegengesetzt. Beim gebenden Amte fliesst der Entladungsstrom durch den am Ruhekontakte der Taste liegenden Empfänger und bringt ihn u. U. zum Ansprechen. Diese Erscheinung bezeichnet man als „Rückschlag“.

Die Kapazität der Leitung wirkt also auf den Stromverlauf in demselben Sinne wie die Selbstinduktion beim empfangenden Amte, im umgekehrten Sinne beim gebenden Amte.

Die Kurven der Figuren 37, 38 u. 39 geben ein Bild von dem Stromverlauf in wirklichen Telegraphenleitungen während des durch Selbstinduktion und Kapazität bedingten veränderlichen Zustandes. Sie sind im Telegraphen-Versuchsamte zu Berlin mit dem Wellenmesser an Leitungen aufgenommen worden, die in gewöhnlicher Morse-Arbeitsstromschaltung betrieben wurden. Kurve I der 3 Figuren wurde beim gebenden Amte zwischen Taste und Leitung, Kurve II beim empfangenden Amte in der Erdleitung des Morse erhalten. Die Morseapparate hatten je 11,9 *H* Selbstinduktion.

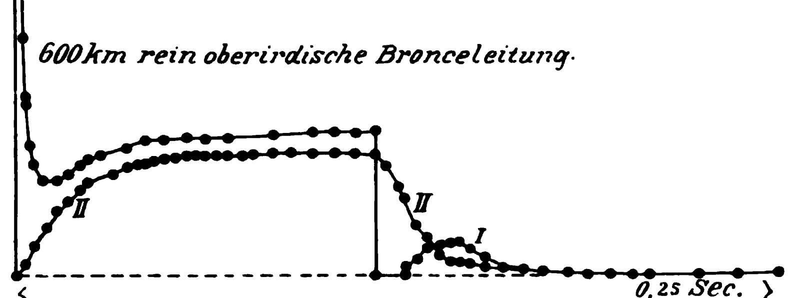


Fig. 37.

Die Kurven der Fig. 37 beziehen sich auf eine rein oberirdische Bronzeleitung von 1700 Ohm Widerstand und etwa 2 Mf. Kapazität. Die Stromkurve I beginnt mit einer hohen Ladungsspitze und fällt dann unter den stationären Wert, da zu dieser Zeit der Strom im Empfangsamte (Kurve II) wegen der Selbstinduktion noch im Ansteigen begriffen ist. Beide Kurven verlaufen nun parallel, Strom II ist aber infolge des Stromverlustes durch Ableitung schwächer als Strom I. Beim Unterbrechen des Stromschlusses verschwindet im Amte I der Strom sofort, während er im Amte II in abnehmender Stärke fortdauert, bis sich die Leitung ganz entladen hat. Sobald der Tastenhebel beim Amte I den Ruhekontakt berührt, entsteht auch da wieder ein schwacher Strom, der aber nicht durch die Entladung der Leitung, sondern von der Selbstinduktion des Empfängers II erzeugt wird, wie seine Richtung darthut.

Die Kurven der Fig. 38 wurden an einer oberirdischen Eisenleitung aufgenommen, die in den von ihr berührten Städten durch Kabel geführt ist. Ihr Widerstand betrug 7500 Ohm, die Kapazität etwa 11 Mf. Der abgehende Strom bildet zunächst eine Ladungsspitze von etwa 15facher Höhe des stationären Wertes (die Spitzen sind in Figg. 38 u. 39 nicht ausgezeichnet) und fällt dann rasch auf letzteren. Der ankommende Strom (II) erhebt sich beim allmählichen Ansteigen zuerst über den stationären Wert, was eine Folge der Wechselwirkung zwischen der Selbstinduktion des Empfängers und

der Kapazität des vor dem Amte II liegenden Kabelstücks ist. Die stationären Werte beider Ströme sind wegen vorzüglicher Isolation der Leitung gleich. Nachdem der Strom unterbrochen und dann der Ruhekontakt geschlossen ist, erfolgt die Entladung der Leitung nach beiden Seiten, und es bildet sich bald eine an beiden Leitungsenden symmetrische Schwingung aus, so dass sich eine stehende Welle von etwa 0,083 Sekunden Schwingungsdauer ergiebt. Diese Erscheinung ist ebenfalls auf das Zusammenwirken von Selbstinduktion und Kapazität zurückzuführen.

Fig. 39 giebt den Stromverlauf in einer Kabelleitung von 3800 Ohm Widerstand und 112 Mf. Kapazität. Der abgehende Strom nähert sich nach der mächtigen Ladungsspitze (von

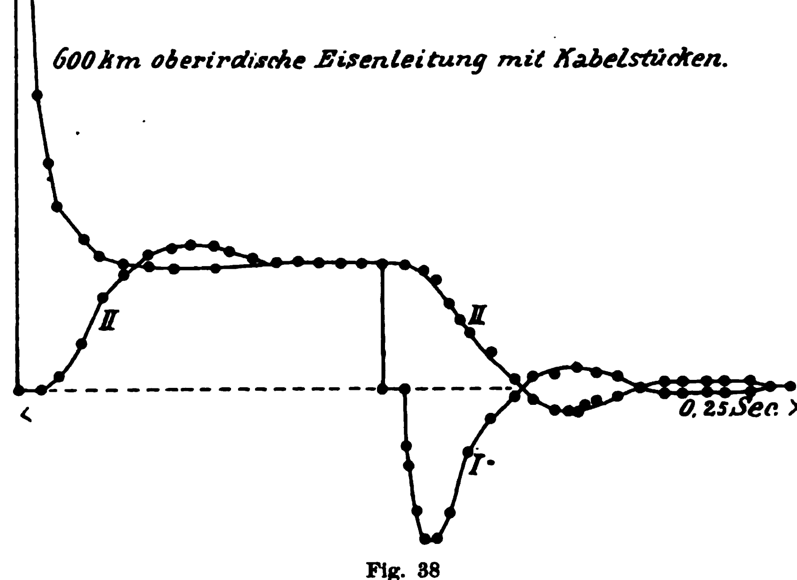


Fig. 38

gleicher Höhe wie bei Fig. 38) ganz allmählich dem stationären Werte, ohne ihn jedoch zu erreichen, da er schon vor beendeter Ladung des Kabels wieder unterbrochen wird. Die untere Kurve I stellt den Entladungsstrom beim Amte I dar; sie ist wegen der Selbstinduktion des am Ruhekontakt liegenden Morse ohne Spitze. Das Kabel wirkt beim Anlegen der Batterie im ersten Augenblicke wie ein Kurzschluss, die Stärke des Ladungsstroms hängt dann nur vom Batteriewiderstand ab; je geringer dieser ist, je höher also der Ladungsstrom ansteigt, um so schneller ladet sich das Kabel und um so rascher steigt auch im fernen Amte der Strom an. — Beim empfangenden Amte schwankt der Strom (II) in Form einer Sinuswelle wenig auf und ab und erreicht dabei weder den Wert Null noch den stationären Wert; sein Maximum tritt erst ein, nachdem im gebenden Amte längst der Ruhekontakt geschlossen ist.

Kurve des ankommenden Stromes in Kabeln.

K u r v e d e s a n k o m m e n d e n S t r o m e s i n K a b e l n. Beim Telegraphieren auf langen Kabeln erreicht die Stromstärke bei den üblichen Sprechgeschwindigkeiten niemals ihren dem Ohmschen Gesetz entsprechenden stationären Wert. Der veränderliche Zustand, welcher beim Telegraphieren auf Luftleitungen nur Anfang und Ende einer Stromgebung begleitet, ist hier

dauernd. Es ist deshalb von Wichtigkeit, den Stromverlauf in Kabeln unter Berücksichtigung der Kapazität näher zu untersuchen.

Die Elektrizitätsmenge $J \cdot dt$, welche in dem Zeitteilchen dt aus dem Kabelquerschnitt M (vgl. Fig. 31) in das unendlich kleine Kabelstück dx eintritt, teilt sich in 3 Teile. Der erste durchfliesst den Leiter und tritt in den Querschnitt N über; er ist $= (J + dJ)\, dt$. Der zweite Teil, welcher durch die Isolierhülle zwischen M und N als Isolationsstrom zur Erde fliesst, hat die Grösse

$$\frac{V}{w/dx} \cdot dt = \frac{V}{w} \cdot dx\, dt.$$

Der dritte Teil vermehrt die Ladung; er beträgt

$$c \cdot dx \cdot \frac{dV}{dt} \cdot dt,$$

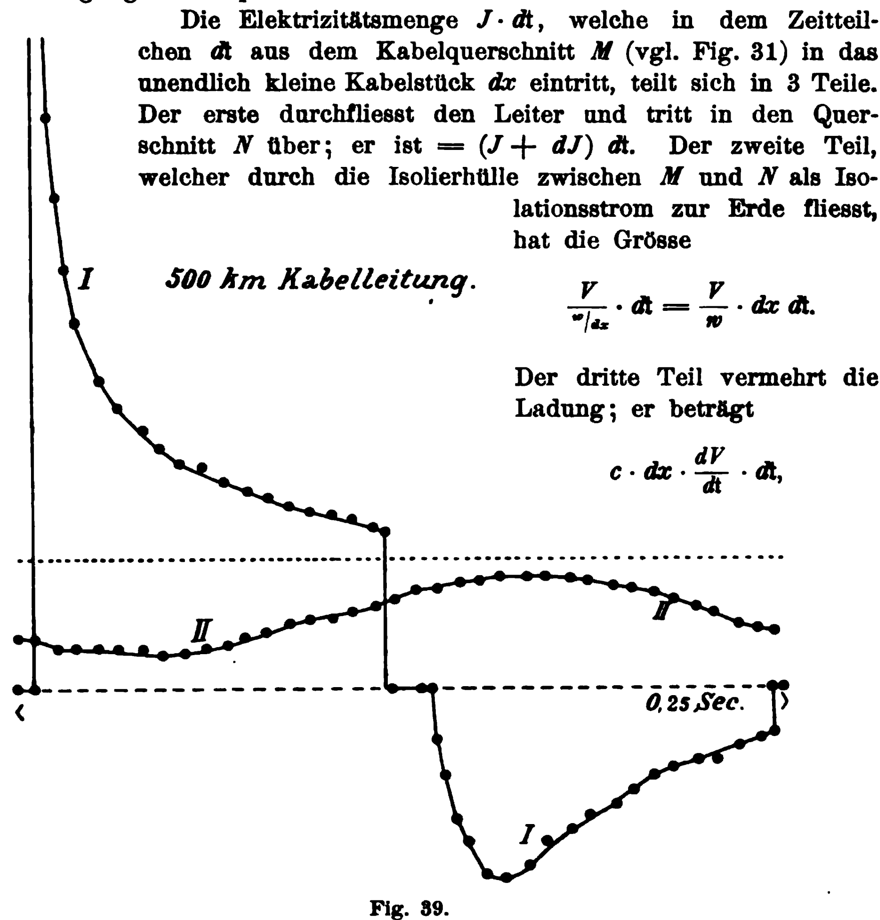


Fig. 39.

da $\frac{dV}{dt}\, dt$ die Zunahme der Spannung in dx während der Zeit dt bezeichnet.

Demnach ist

$$J \cdot dt = (J + dJ)\, dt + \frac{V}{w}\, dx\, dt + c\, \frac{dV}{dt}\, dx\, dt.$$

In dem Leiterstück dx ist nach dem OHMschen Gesetz die Stromstärke

$$J = -\frac{dV}{r \cdot dx};$$

mithin ist

$$dJ = -\frac{1}{r} \cdot \frac{d^2 V}{dx^2}\, dx.$$

Dies eingesetzt, ergiebt

$$0 = -\frac{1}{r} \cdot \frac{d^2 V}{dx^2}\, dx \cdot dt + \frac{V}{w}\, dx\, dt + c\, \frac{dV}{dt}\, dx\, dt,$$

oder wenn man $\frac{r}{w} = \beta^2$ setzt,

$$\frac{d^2 V}{dx^2} = \beta^2 V + cr\, \frac{dV}{dt}.$$

Das Integral dieser Gleichung ist nach FOURIER

$$\frac{V}{V_1} = \frac{e^{\beta(L-x)} - e^{-\beta(L-x)}}{e^{\beta L} - e^{-\beta L}} - 2e^{-\frac{t}{cw}} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{n\pi}{n^2\pi^2 + \beta^2 L^2} \cdot e^{-\frac{n^2\pi^2 t}{c r L^2}} \cdot \sin\frac{n\pi x}{L}.$$

Hieraus ergiebt sich die Spannung V für jeden beliebigen Punkt des Kabels zur Zeit t nach Stromschluss; für den Endpunkt II erhält man z. B., da $x = L$ und $\sin n\pi = o$ ist, $V_2 = o$. Da

$$\frac{r}{w} = \beta^2$$

sehr klein, etwa $= 10^{-8}$ ist, so kann man ohne merklichen Fehler $\beta = o$ und $w = \infty$ setzen, d. h. den Isolationsstrom vernachlässigen. Dann geht die Formel über in

$$\frac{V}{V_1} = \frac{L-x}{L} - 2\sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{n\pi} \cdot e^{-\frac{n^2\pi^2 t}{c r L^2}} \cdot \sin\frac{n\pi x}{L}.$$

Um hieraus die Stromstärke zu erhalten, differentiiert man nach x und setzt den für $\frac{dV}{dx}$ erhaltenen Wert in die obige Gleichung

$$J = -\frac{dV}{r \cdot dx}$$

ein; dann ergiebt sich

$$J = \frac{V_1}{rL}\left(1 + 2\sum_{n=1}^{n=\infty} e^{-\frac{n^2\pi^2 t}{c r L^2}} \cdot \cos\frac{n\pi x}{L}\right)$$

und die Stromstärke in II

$$J_2 = \frac{V_1}{rL}\left(1 + 2\sum_{n=1}^{n=\infty} e^{-\frac{n^2\pi^2 t}{c r L^2}} \cdot (-1)^n\right).$$

Die einzelnen Glieder der Summe hinter dem Zeichen Σ erhält man, indem für n der Reihe nach die Zahlen 1 bis ∞ genommen werden. Man hat also, wenn

$$e^{-\frac{\pi^2 t}{c r L^2}} = \varepsilon$$

gesetzt wird,

$$J_2 = \frac{V_1}{rL}[1 - 2(\varepsilon - \varepsilon^4 + \varepsilon^9 - \varepsilon^{16} + \varepsilon^{25} - \ldots)] = f(t).$$

Der Wert dieses Ausdrucks hängt bei einem gegebenen Kabel ab von der seit Stromschluss verflossenen Zeit t. ε ist ein echter Bruch; er nähert sich bei sehr kleinem t der Eins, wobei der Grenzwert der Reihe in der runden Klammer $= 1/2$, also $J_2 = 0$ wird. Mit wachsendem t wird ε kleiner, der Grenzwert der Reihe sinkt und J_2 steigt an, bis nach Verlauf der Zeit $t = \infty$ der Wert von ε und der Reihe $= 0$ wird und der Strom J_2 seinen dem OHMschen Gesetz entsprechenden Wert $\frac{V_1}{rL}$ erreicht.

Wahrnehmbar wird der ankommende Strom nach W. THOMSON erst dann, wenn ε auf $3/4$ gesunken ist. Beträgt die bis dahin verflossene Zeit τ Sekunden, so ist

$$e^{-\frac{\pi^2 \tau}{c r L^2}} = \tfrac{3}{4},$$

also

$$\tau = \frac{c\,r\,L^2}{\pi^2} \log \text{nat}\ \tfrac{4}{3}$$

$$= c\,r\,L^2 \cdot 0{,}2915 \text{ Sekunden,}$$

wenn c und r in c. g. s.-Einheiten ausgedrückt sind, oder

$$\tau = C \cdot R \cdot 0{,}02915 \cdot 10^{-6} \text{ Sekunden,}$$

wenn C und R die Kapazität und den Widerstand des ganzen Kabels in Mikrofarad und Ohm bezeichnen. τ ist die sogenannte Zeitkonstante des Kabels, deren Wert durch das Produkt aus Widerstand und Kapazität des Kabels bestimmt wird.

In Fig. 40 stellt I die aus der Formel für J_2 berechnete THOMSONsche Kurve des ankommenden Stromes dar. Die Ordinaten geben die Stromstärke an; die Ordinatenachse, deren Länge dem stationären Werte $\frac{V_1}{R}$ entspricht, ist in zehn gleiche Teile a geteilt, während auf der Abscissenachse die

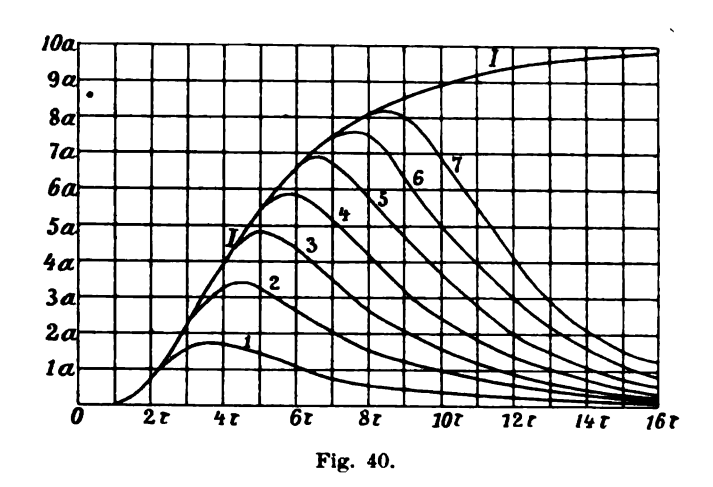


Fig. 40.

Grösse τ 16 mal abgetragen ist. Der Strom beginnt erst nach Verlauf der Zeit τ anzusteigen und erreicht nach der Zeit $10\,\tau$ bereits $^9/_{10}$ seines vollen Wertes, worauf er sich letzterem asymptotisch nähert.

Wird am gebenden Ende die Batterie abgenommen und das Kabel an Erde gelegt, so steigt der Strom am empfangenden Ende zunächst noch weiter an und fällt darauf allmählich ab. Die Kurven 1—7 (Fig. 40) stellen den Stromverlauf beim Amte II dar, je nachdem der Stromschluss beim Amte I τ, $2\,\tau$, $3\,\tau$ .... $7\,\tau$ Sekunden dauert.

Wievielmal τ-Sekunden der Strom beim Telegraphieren geschlossen gehalten werden muss, hängt von der Empfindlichkeit des Empfängers ab. Auf langen Seekabeln wird jetzt fast allgemein der sehr empfindliche Heberschreiber als Empfangsapparat benutzt, der die Kurve des ankommenden Stromes aufschreibt. Dabei arbeitet man, um schneller geben zu können, nicht mit kurzen und langen Strömen, sondern mit Strömen beider Richtungen: der positive Strom bringt eine dem Morsepunkt entsprechende Kurve nach oben, der negative eine den Strich darstellende Kurve nach unten hervor.

Die Telegraphiergeschwindigkeit lässt sich dadurch erhöhen, dass die Entladung des Kabels beschleunigt, also der abfallende Ast der Stromkurve steiler gemacht wird. Dies geschieht in den „Curbsender“ genannten automatischen Gebeapparaten in der Weise, dass nach Unterbrechung des Hauptstroms jedesmal ein kurzer Stromstoss von entgegengesetzter Richtung in das Kabel gesandt wird, der den grössten Teil der Ladung vernichtet.

Sprechgeschwindigkeit.

Sprechgeschwindigkeit. Beim Telegraphieren genügt zur Darstellung und Trennung der einzelnen Zeichenelemente je nach der Empfindlichkeit des Empfängers ein grösserer oder kleinerer Teil des aufsteigenden und absteigenden Astes der Stromkurve. Wird z. B. die Kurve 3 benutzt, so würde etwa nach der Zeit 7τ das erste Zeichenelement so deutlich erschienen sein, dass die das zweite Element darstellende Stromwelle einsetzen könnte. Mit der Absendung der zweiten Stromwelle wäre also zur Zeit 6τ zu beginnen; für jedes Zeichenelement würde demnach die Zeitdauer 6τ erforderlich sein. Bedarf man allgemein zur Übermittelung eines Elements (Punktes oder Striches) $m\tau$ Sekunden Zeit, so ist die Höchstzahl der in einer Sekunde abzutelegraphierenden Elemente oder die Sprechgeschwindigkeit

$$n = \frac{1}{m\tau}.$$

Hat man die Sprechgeschwindigkeit für ein bestimmtes Kabel ermittelt, so lässt sie sich leicht für ein beliebiges Kabel berechnen. Denn es verhalten sich die Zeitkonstanten zweier Kabel wie die Produkte aus Widerstand und Kapazität jedes Kabels, ihre Sprechgeschwindigkeiten dagegen umgekehrt wie diese Produkte

$$n : n' = \frac{1}{RC} : \frac{1}{R'C'}.$$

Bei Kabeln gleicher Konstruktion verhalten sich die Sprechgeschwindigkeiten umgekehrt wie die Quadrate der Längen

$$n_1 : n_2 = \frac{1}{rcL_1^2} : \frac{1}{rcL_2^2} = \frac{1}{L_1^2} : \frac{1}{L_2^2}.$$

Um die Kurve des ankommenden Stromes steiler zu machen und den Heberschreiber der Einwirkung der langsamen Erdstromschwankungen zu entziehen, schaltet man bei längeren Seekabeln jetzt meist an jedem Ende einen Kondensator zwischen Kabel und Apparate. Hierbei bewirkt die Stromsendung auf dem gebenden Amte eine Ladung des Kondensators, dieser sendet einen Ladungsstrom in das Kabel und weiter zum Kondensator des fernen Amtes, welcher seinerseits einen Ladungsstrom durch den Empfänger schickt. Die so erzeugten Ladungsströme steigen bis zu ihrem Maximalwert an, fallen dann ab und nähern sich der Null als Grenze, selbst bei dauerndem Tastendrucke. Ihr Verlauf weicht also von dem in Fig. 40 dargestellten ab. Über den Stromverlauf bei dieser Schaltung hat Dr. Breisig in Nr. 50 der Elektrotechnischen Zeitschrift von 1900 ausführliche Berechnungen veröffentlicht, welche auch den Einfluss der Geber- und Empfangsapparate berücksichtigen.

III. Apparatkunde und Schaltungslehre.

Einteilung der Telegraphen.

Nach der Beschaffenheit der von den Empfangsapparaten wiedergegebenen Telegramme werden die Telegraphen eingeteilt in:

A. Schreibtelegraphen,
B. Drucktelegraphen,
C. Sprechtelegraphen.

Schreibtelegraphen. — Sie liefern meist Schriftzeichen in vereinbarter Schrift, doch sind auch Buchstabenschreibtelegraphen und Telegraphen zur formgetreuen Nachbildung des Originals (Kopiertelegraphen) konstruiert worden. Im Betriebe haben sich dauernd nur die Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift erhalten. Die wichtigsten Schreibtelegraphen sind:

1. der Morseschreiber,
2. der Estienne,
3. der Heberschreiber,
4. der Undulator,
5. der Wheatstone,
6. der Schnelltelegraph von Delany,
7. der Schnelltelegraph von Pollak & Virag.

Drucktelegraphen. — Man unterscheidet Buchstaben- oder Typendrucktelegraphen und Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift. Die Typendrucker drucken das Telegramm in gewöhnlichen Buchstaben, die Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift (Jaites Fernschreiber) in verabredeten Schriftzeichen. Ausgedehnte praktische Verwendung haben nur die Typendrucker gefunden, von denen hauptsächlich in Gebrauch sind:

1. der Hughesapparat,
2. der Börsendrucker von Siemens & Halske,
3. der Ferndrucker von Siemens & Halske,
4. der Baudotapparat.

Der Typendruckapparat von Baudot findet in der Regel Verwendung für den Mehrfachbetrieb der Telegraphenleitungen, und zwar meist als zweifacher oder als vierfacher Drucktelegraph. Die Beschreibung des Apparats erfolgt in dem Abschnitt über wechselzeitige mehrfache Telegraphie.

Sprechtelegraphen. — Hierzu rechnet man sämtliche Telegraphen mit vergänglichen Zeichen, und zwar Nadeltelegraphen, Zeigertelegraphen, Klopfer und Fernsprecher. Ausgedehnte Verwendung finden jetzt nur noch:

1. der Klopfer,
2. der Fernsprecher.

A. Die Schreibtelegraphen.

I. Der Morseschreiber.

Geschichtliches.

Bei dem ersten für den allgemeinen Verkehr verwendeten Morse-Schreibapparat wurde die Schrift in der Weise erzeugt, dass bei jeder Anziehung des Elektromagnetankers der Ankerhebel mit dem an seinem freien Ende angebrachten Schreibstifte den Papierstreifen in die Nut der Papierwalze hineindrückte, wodurch auf dem Streifen erhabene Zeichen entstanden, die Reliefschrift. Die Papierrolle wurde von einem oberhalb des Räderwerkes an der vorderen Apparatwange befestigten Gestell getragen; ursprünglich hatte man sie an einer Wand des Zimmers befestigt. Als treibende Kraft für das den Papierstreifen fortbewegende Räderwerk diente ein Gewicht, das mittelst einer Kurbel aufgezogen werden konnte.

Reliefschreiber.

Die Reliefschrift hatte mehrere Nachteile: da sie dem Auge nur durch Zusammenwirken von Licht und Schatten erkennbar wurde, erforderte sie eine bestimmte Stärke und Richtung der auffallenden Lichtstrahlen, um ohne besondere Anstrengung der Augen gelesen werden zu können. Auch zwang der Umstand, dass zur Erzeugung der Eindrücke in das Papier eine verhältnismässig grosse Kraft nötig war, zur Anwendung von sehr starken Batterien oder zur Einschaltung von Relais und Ortsbatterien. Für den Reliefschreiber sind Ströme von 60 — 100 Milliampere Stärke erforderlich. Ausgedehnte Anwendung findet der Reliefschreiber noch bei der österreichischen Telegraphenverwaltung.

Farbschreiber.

Eine wesentliche Vervollkommnung erfuhr der Morseschreiber durch Einführung einer Vorrichtung, die farbige Schrift lieferte. Versuche, die Zeichen auf dem Papierstreifen farbig herzustellen, hatte bereits Morse gemacht, bevor er sich zur Reliefschrift entschloss. Auch anderweit versuchte man, den stählernen Schreibstift durch Graphit, Rotstein u. dergl. zu ersetzen; die Schriftzeichen erwiesen sich aber als zu undeutlich und zu leicht verwischbar.

Im Jahre 1854 gelang es dem Ingenieurassistenten John in Prag, die Morsezeichen in Schwarzschrift mittelst eines drehbaren Farbrädchens wiederzugeben. Durch Digney in Paris (1858), Werner Siemens (1860) u. a. wurde die Johnsche Schreibvorrichtung wesentlich verbessert; sie bekam im allgemeinen folgende Einrichtung.

Ein Rädchen, dessen horizontal angebrachte Achse mit dem Laufwerk in Verbindung stand, drehte sich oberhalb des in geringem Abstande von ihm vorbeigeführten Papierstreifens. Gegen das Rädchen legte sich durch ihr eigenes Gewicht eine mit Filz bekleidete Walze, deren Achse in einer drehbaren Gabel aufgehängt war. Auf den Filz wurde die flüssige Farbe mit einem Pinsel aufgetragen. Der Rand des Rädchens blieb alsdann, indem er bei seiner Drehung die Walze mit herumnahm und also fortgesetzt mit neuen Punkten ihrer Oberfläche in Berührung kam, ebenfalls mit Farbe benetzt. Der sehr leicht gearbeitete Schreibhebel hatte einen aufwärts gebogenen, etwas federnden Fortsatz, dessen Ende in eine transversale Schneide auslief. Sobald der Anker des Schreibhebels vom Elektromagnet angezogen wurde, hob die Schneide den auf ihr liegenden Papierstreifen in die Höhe und drückte ihn gegen das Farbrädchen, so dass auf der oberen Seite des Papiers je nach der Dauer der Berührung ein Punkt oder ein Strich entstand.

Die Erzielung einer deutlichen Schrift war in hohem Maasse abhängig von der Gleichmässigkeit des Auftragens der Farbe auf die Walze: erhielt diese stellenweise zu viel Farbe, so fielen die Zeichen klecksig aus, wurde sie zu trocken gehalten, so wurde die Schrift matt und undeutlich. Durch den auf der Farbwalze sich niederschlagenden Papierstaub wurde dieser Übelstand noch vermehrt, da die frisch aufgetragene Farbe in den verunreinigten Filz nicht mehr eindringen konnte. Die 1861 zuerst an einem SIEMENS'schen Morseschreiber angebrachte, noch jetzt gebräuchliche Vorrichtung, bei welcher das Schreibrädchen mit seiner unteren Hälfte in ein mit Farbe gefülltes Näpfchen taucht und dadurch stets an seinem Rande genügend mit Farbe versehen ist, wurde daher als eine willkommene Verbesserung angesehen.

Sonstige Verbesserungen.

Auch sonst erfuhr der Apparat in Bauart und Ausführung einzelner Teile mannigfache Vervollkommnungen. Das Einstellen und Regulieren des Elektromagnets wurde durch eine Stellvorrichtung sehr erleichtert, mittelst welcher die bis dahin unbeweglich gewesenen Elektromagnetkerne gehoben und gesenkt werden konnten. Eine fernere wichtige Neuerung bestand darin, dass an Stelle des Gewichts als treibende Kraft des Räderwerkes eine Spiralfeder angewandt wurde. Statt des einfachen, starren Schreibhebels kam der 1868 von WIEHL angegebene und 1869 von BRABENDER verbesserte, gebrochene Schreibhebel (Doppelhebel) zur Anwendung, welcher gestattet, den Apparat sowohl in Arbeits- als in Ruhestromleitungen zu benutzen. Diese und verschiedene andere Verbesserungen finden sich in dem seit 1872 in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen sogen. Normalfarbschreiber vereinigt. Für den Farbschreiber genügen Ströme von 13 Milliampere Stärke.

Morseschrift.

Die Morseschrift ist eine einzeilige, aus Punkten und Strichen gebildete, vereinbarte Schrift. Schon DYAR und bald nach ihm SWAIM (1829) soll ein aus Punkten und Strichen bestehendes Alphabet aufgestellt haben, das zu einem Telegraphensystem benutzt werden sollte.

Das erste von MORSE um 1840 angenommene Alphabet wich in den Zeichen für die Ziffern und für einzelne Buchstaben von dem späteren erheblich ab: es enthielt Striche von vier verschiedenen Längen und verschieden lange Zwischenräume zwischen den Punkten und Strichen. Ein wesentlicher Fortschritt war die Beschränkung auf zwei Schriftelemente, die innerhalb desselben Buchstabens nur gleichgrosse Zwischenräume hatten. Mit der Einführung des Morseschreibers als Apparat für den Verkehr im Deutsch-Österreichischen Telegraphenverein (von 1852 ab) wurde bestimmt, dass die Buchstaben durch 1—4 Zeichen, die Ziffern durch 5 und die Interpunktionen durch 6 Zeichen dargestellt werden sollten. Das damals aufgestellte Alphabet ist im grossen Ganzen noch jetzt gültig.

Für verschiedene Apparatsysteme sind die Zeichen der Morseschrift in anderer Richtung benutzt oder umgeformt worden.

MEYER in Paris (1872) erzeugt mit seinem vierfachen Telegraphen eine Art Morseschrift, bei welcher die Zeichen nicht in einer fortlaufenden Reihe liegen, sondern übereinander, von unten nach oben auf dem Papierstreifen erscheinen (vergl. den Abschnitt über wechselzeitige Mehrfachtelegraphie).

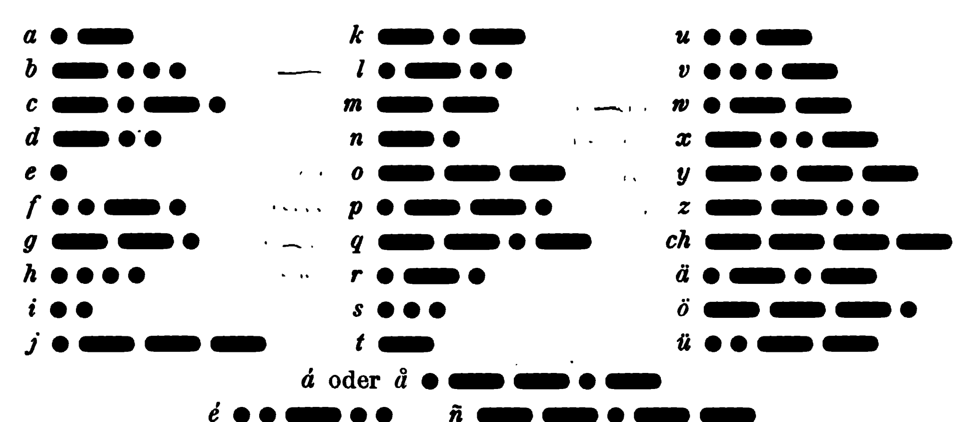
ESTIENNE (1882) wendet für seinen Farbschreiber Morseschrift an, bei welcher die Zeichen aus ganzen und halben Strichen bestehen und senkrecht zum Papierstreifen gestellt sind, z. B.

In welcher Weise die Morseschrift als Grundlage zur Bildung der telegraphischen Zeichen beim Heberschreiber, Undulator, automatischen Telegraphensystem von WHEATSTONE und dem automatischen Schnelltelegraphen VON DELANY gedient hat, ist an betreffender Stelle zu ersehen.

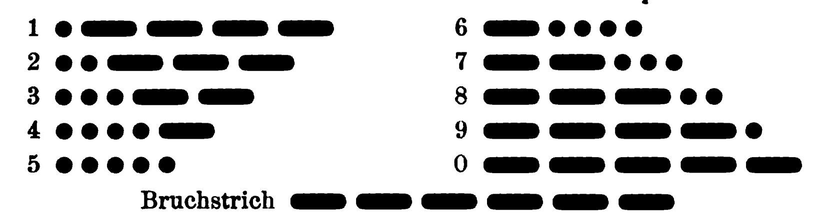
Gegenwärtig allgemein gültige Morseschrift.

Gegenwärtig allgemein gültige Morseschrift. Ein Strich ist gleich 3 Punkten, der Raum zwischen den Zeichen eines Buchstabens gleich 1 Punkt, zwischen zwei Buchstaben gleich 3 Punkten, zwischen zwei Wörtern gleich 5 Punkten.



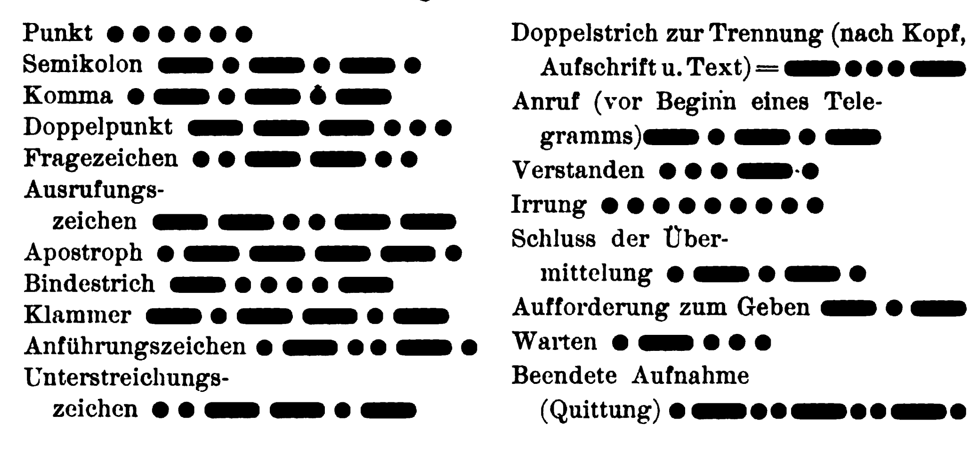


Ziffern:



Bei der amtlichen Vergleichung sowie bei Abgabe der Nummer, Wortzahl und Aufgabezeit sind die Ziffern (ausgenommen 4, 5, 6) in der Weise abzukürzen, dass nur ein Strich (beim Bruchstrich zwei) gegeben wird.

Unterscheidungs- und andere Zeichen.



Arbeitsstrombetrieb. Die Schriftzeichen werden durch Schliessen des Stromkreises mittelst einer Taste, d. h. durch Einschalten der Telegraphierbatterie in die Telegraphenleitung hervorgebracht. Es ist also nur beim Arbeiten Strom in der Leitung. Jedes Amt einer Leitung braucht eine Batterie.

Ruhestrombetrieb. Die Zeichen werden durch Unterbrechung des Stromkreises, in welchem die Telegraphierbatterie dauernd eingeschaltet ist, mit einer Taste hervorgebracht. Es ist also auch bei ruhender Korrespondenz Strom in der Leitung. Nicht jedes Amt braucht mit einer Batterie ausgerüstet zu sein.

Die Apparate des Morsesystems.

Zu einem vollständigen Morsesysteme gehören bei jeder Amtseinrichtung an Hauptapparaten:

a) die Taste als Geber, durch Stromsendung oder Stromunterbrechung wirkend,

b) der Schreibapparat als Empfänger;

c) an Nebenapparaten:

1. das Galvanoskop, um das Vorhandensein des Stromes anzuzeigen,
2. der Stationsblitzableiter als Schutzmittel für die Beamten, Apparate und gesamten technischen Einrichtungen gegen die Entladungen atmosphärischer Elektrizität.

Weitere Nebenapparate, welche je nach Bedarf (bei Morse-, Klopfer-Hughes- und sonstigen Schaltungen) zur Anwendung kommen, sind:

3. der Stangenblitzableiter zum Schutze der Kabelleitungen gegen das Eindringen atmosphärischer Elektrizität,
4. die Umschalter zur leichten und sicheren Umänderung der Stromwege für besondere Zwecke innerhalb eines Amtes,
5. die künstlichen Widerstände zur Erhöhung des Leitungswiderstandes eines Stromkreises für besondere Zwecke,
6. die Induktanzrollen zur Aufhebung der Entladungsströme beim Betriebe langer unterirdischer Leitungen,
7. das Relais als selbstthätige Taste zum Schliessen eines neuen Stromkreises, wenn die Leitungen so lang sind, dass der ursprüngliche Strom selbst die Schreibapparate nicht mehr sicher in Thätigkeit zu setzen vermag.

a) Die Taste.

Geschichtliches.

Um auf dem Empfangsapparat telegraphische Zeichen hervorbringen zu können, ist auf der sendenden Stelle eine Vorrichtung zum Schliessen und Öffnen des Stromkreises erforderlich. Für diesen Zweck benutzte Morse bei seinem ersten Schreibtelegraphen die in Fig. 9 angedeutete Vorrichtung, die er aber bei dem verbesserten Schreibapparat (Fig. 10) durch die in Fig. 41 dargestellte Taste, auch Schlüssel genannt, ersetzte. An die Stelle der

letzteren trat bald darauf die Taste in der Form der Fig. 42. Dieser Morseschlüssel bestand aus einem zweiarmigen, um eine Achse drehbaren Hebel, dessen Ruhekontakt nur als Anschlag, nicht zur Herstellung eines Stromwegs diente. Das durch die Feder emporgehaltene Hebelende berührte beim Niederdrücken ein Metallklötzchen und schaltete dadurch die Batterie in den Stromweg ein. Bei dieser Einrichtung arbeitete auf der gebenden Station der Schreibapparat mit, und auf der empfangenden Station musste der Hebel durch Hineindrehen der Ruhekontaktschraube niedergehalten werden.

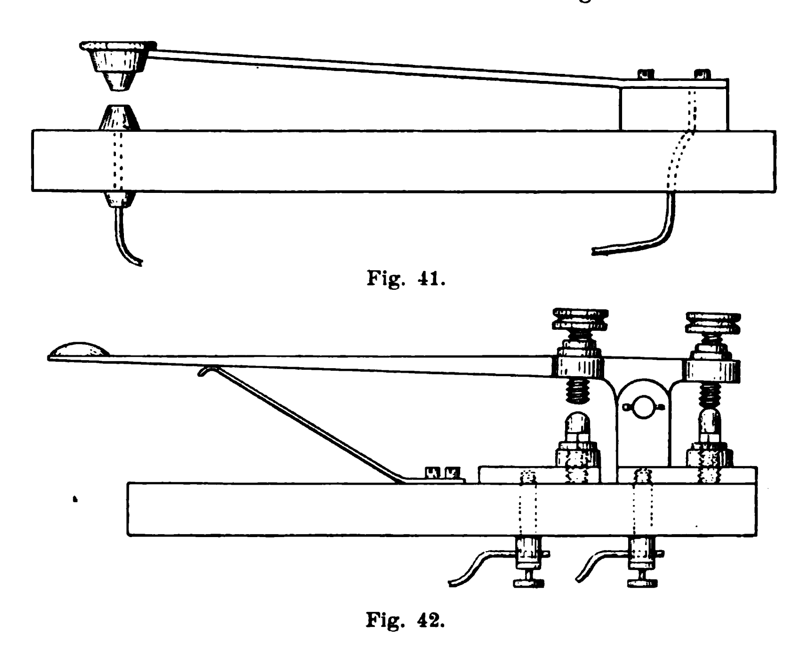


Fig. 41.

Fig. 42.

Erst die in Fig. 43 dargestellte Taste ermöglichte die jetzt gebräuchliche Arbeitsstromschaltung. Auf der mittleren von drei parallel auf der Grundplatte angeordneten Metallschienen war die Hebelachse gelagert. Diese

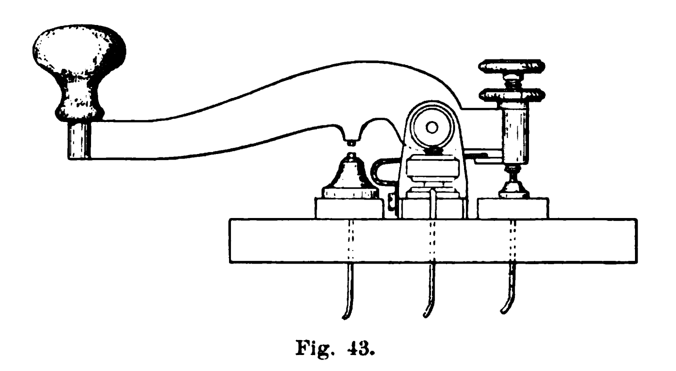


Fig. 43.

Schiene stand mit der Leitung in Verbindung, die vordere mit der Batterie und die hintere mit dem Schreibapparat. In der Ruhelage berührte das kurze Hebelende, von einer Feder niedergezogen, die hintere Schiene. Es war also möglich, durch Niederdrücken des vorderen Hebelarmes Strom in die Leitung zu schicken, ohne den eigenen Apparat zu beeinflussen; der

ankommende Strom nahm seinen Weg von der Mittelschiene über den ruhenden Tastenhebel, die hintere Schiene und den Empfangsapparat zur Erde. Damit war man zu derjenigen Form der Taste gelangt, wie sie im Prinzip noch jetzt im Morse- und Klopferbetriebe verwendet wird.

Es folgen nun die jetzt gebräuchlichsten Formen der Morsetasten.

1. Die deutsche Morsetaste.

Auf einem hölzernen Grundbrette sind parallel zu einander drei Messingschienen *A*, *M* und *R* (Fig. 44) befestigt, welche an der einen Seite je eine Klemmschraube zum Anlegen der Zuleitungsdrähte tragen. Die Schiene *A* heisst Arbeits- oder Telegraphierschiene, die Schiene *M* Mittelschiene oder Körper und die Schiene *R* Ruheschiene.

Ruhekontakt und Arbeitskontakt.

Ruhekontakt und Arbeitskontakt. In der Mitte der Arbeitsschiene und der Ruheschiene ist je ein kleiner, über der Oberfläche der Schienen etwas hervorragender Kontaktstift fest eingeschraubt. Der Kontaktstift der Ruheschiene besteht aus Platin; ihm gegenüber befindet sich an der unteren Fläche des Tastenhebels ebenfalls ein Kontaktstift aus Platin fest eingeschraubt. Der Kontakt dieser beiden Stifte heisst Ruhekontakt.

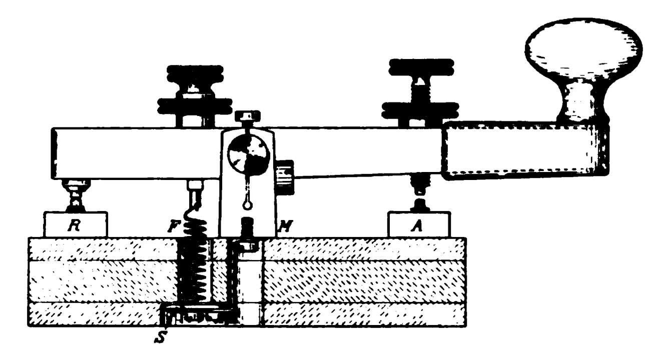


Fig. 44.

Der Kontakt der Arbeitsschiene besteht aus Stahl; ihm gegenüber ist in den Tastenhebel ebenfalls ein Kontaktstift aus Stahl verstellbar eingeschraubt, welcher einen flachen geränderten Messingknopf trägt und mittelst einer Gegenmutter in jeder Lage festgelegt werden kann. Der Kontakt dieser beiden Stifte heisst Arbeitskontakt.

Der Tastenhebel.

Der Tastenhebel aus Messing sitzt auf einer an beiden Seiten konisch ausgebohrten Stahlachse. In die Ausbohrungen der Achse greifen zwei in den oberen Teil der senkrechten Backen der Mittelschiene eingesetzte, mit konischen Spitzen versehene Stahlschrauben. Eine dieser Spitzenschrauben ist unwandelbar fest, die andere ist drehbar angeordnet, so dass der Spielraum zwischen den Spitzenschrauben und der Achse und damit die Beweglichkeit des Tastenhebels reguliert werden kann. Zum Festlegen der drehbaren Schraube ist die betreffende Backe der Mittelschiene aufgeschlitzt; durch Anziehen der in die eine Backenseite eingesetzten Schraube werden die Backenhälften fest zusammengepresst, wodurch eine Selbstdrehung der Spitzenschraube verhindert wird. Am Ende des vorderen längeren Armes ist auf dem Tastenhebel ein Ebonitknopf als Handhabe für den telegraphierenden Beamten eingeschraubt. Zwischen dem Knopfe und dem Arbeitskontaktstifte des Tastenhebels ist dieser mit einer Ebonithülse bekleidet, um Stromverluste bei Berührung des blankgeriebenen Metalls und Verzweigungen atmosphärischer Entladungen durch den Körper des Beamten zu verhüten. Der hintere kürzere Teil des Tastenhebels ist in der Nähe der Hebelachse

mit einer viereckigen Öffnung versehen, durch welche ein Stahlstift greift, der oben ein Schraubengewinde trägt, im mittleren durch den Tastenhebel greifenden Teile vierkantig geformt ist und im unteren, rund geformten Teile ein Loch zum Einhaken der stählernen Spiralfeder *F* besitzt. Auf den schraubenförmigen Teil sind zwei Schraubenmuttern aufgesetzt, von denen die untere grössere den Zweck hat, durch Anziehen oder Nachlassen den Stift zu heben oder zu senken und damit die Spannung der Spiralfeder zu regeln. Die obere kleinere Schraubenmutter wirkt als Gegenmutter. Die Spiralfeder dient dazu, durch Herabziehen des hinteren Teiles des Tastenhebels einen festen Schluss des Ruhekontakts zu bewirken; sie ist an einer in der Grundplatte eingelegten Messingscheibe *S* befestigt, welche ihrerseits mit der Mittelschiene durch einen an der unteren Fläche der letzteren festgeschraubten Draht verbunden ist. Ferner ist um die Achse des Tastenhebels ein dünner Stahldraht in etwa 8 Umwindungen herumgelegt und mit dem einen Ende an der Achse, mit dem anderen Ende an der nicht aufgeschlitzten Backe der Mittelschiene festgeschraubt. Beide Drahtverbindungen haben den Zweck, eine gut leitende Verbindung zwischen Tastenhebel und Mittelschiene auch für den Fall zu sichern, dass die durch die Achse des Tastenhebels gebildete Verbindung in den Achslagern durch Öl, Rost oder Lockerung der Schrauben gestört sein sollte.

Taste mit federnden Kontakten.

Taste mit federnden Kontakten. Zur Verminderung des Geräusches beim Arbeiten ist bei den neueren Tasten auf der Arbeits- und Ruheschiene je eine Blattfeder derart angeschraubt, dass ihre freien Enden bis über die Kontaktstifte der Schienen hinüberreichen, diese aber nur dann berühren, wenn sie niedergedrückt werden. An der oberen Fläche der Blattfedern sind an den Stellen, welche den Kontaktstiften des Tastenhebels gegenüberstehen, kleine Kontaktstücke — aus Platin auf der Ruhekontaktfeder, aus Stahl auf der Arbeitskontaktfeder — aufgesetzt.

Wird der Tastenhebel niedergedrückt, so berührt sein Arbeitskontaktstift zunächst das Kontaktstück der gegenüberstehenden Feder, erst bei weiterem Drucke legt sich die Feder gegen den Kontaktstift der Arbeitsschiene. Die Ruhekontaktfeder folgt dagegen bei Tastendruck dem sich aufwärts bewegenden hinteren Arme des Tastenhebels, bis sie ihre Ruhelage erreicht; erst in dieser tritt eine Unterbrechung des Ruhekontakts ein. Beim Loslassen des Tastenhebels spielt sich der Vorgang umgekehrt ab.

Einschaltung u. Wirkungsweise.

Einschaltung und Wirkungsweise der Taste. An der Ruheschienenklemme wird stets das eine Ende der Elektromagnetumwindungen des Schreibapparats und an der Mittelschienenklemme stets die Leitung befestigt.

Die Arbeitsschienenklemme bleibt bei Ruhestrombetrieb unbenutzt, weil die Batterie in die Leitung selbst dauernd eingeschaltet ist; bei Arbeitsstrombetrieb dient sie zum Anlegen des einen Poles der Batterie, deren anderer Pol in der Regel unmittelbar mit der Erde verbunden wird.

Das zweite Ende der Elektromagnetumwindungen des Schreibapparats wird bei Endanstalten mit der Erde, bei Zwischenanstalten mit dem anderen Leitungszweige verbunden.

Der Arbeitskontaktstift des Tastenhebels ist so einzustellen, dass in der Ruhelage noch ein geringer Zwischenraum zwischen ihm und dem Kontaktstifte der Arbeitsschiene vorhanden ist. Wird die Taste gedrückt, so entfernt sich der Ruhekontaktstift des Tastenhebels vom Kontaktstifte der Ruhe-

schiene, während die Arbeitskontaktstifte einander berühren. Hierdurch tritt folgendes ein:

Bei Arbeitsstromschaltung wird am Ruhekontakte die Verbindung nach dem Schreibapparate des gebenden Amtes unterbrochen und ein Strom aus der Batterie auf dem Wege über Arbeitskontakt, Tastenhebel und Mittelschiene in die Leitung gesandt. Der Apparat des fernen Amtes spricht auf den Telegraphierstrom an, der Apparat des eigenen Amtes nicht.

Bei Ruhestromschaltung wird am Ruhekontakte mit der Unterbrechung der Verbindung nach dem Schreibapparate zugleich die ganze Leitung unterbrochen. Der in der Leitung vorhandene Strom verschwindet; die Anker sämtlicher in die Leitung eingeschalteter Schreibapparate fallen ab, und es entstehen je nach der kürzeren oder längeren Dauer der Unterbrechung Punkte oder Striche. Der Arbeitskontakt hat hierbei nur die Aufgabe, die Bewegung des Hebels zu begrenzen.

Nach Aufhören des Tastendrucks zieht die Spiralfeder den Tastenhebel in die Ruhelage zurück; dadurch wird bei der Arbeitsstromschaltung der Batteriestrom wieder unterbrochen und bei der Ruhestromschaltung der Batterie- und Stromkreisschluss wieder hergestellt.

Fehler in der Taste.

Fehler in der Taste. Sie bestehen meist in einer Verunreinigung der Achslager und Kontakte, äussern sich also durch Schwächung oder Unterbrechung des Stromes. Zum Reinigen der Kontakte ist ganz feines Schmirgelpapier zu verwenden; in der Regel genügt auch gewöhnliches Schreibpapier. Die Benutzung einer Kontaktfeile ist ausnahmsweise nur dann zulässig, wenn die Kontaktflächen nach längerem Gebrauche grössere Unebenheiten zeigen. Die häufige Anwendung einer Kontaktfeile hat eine vorzeitige Abnutzung der Kontakte zur Folge. Zum Reinigen der Achslager wird ebenfalls Schmirgelpapier und nach Bedarf zum Auflösen des Ölschmutzes Petroleum verwendet.

Hat sich der Tastenhebel in seinem Lager gelockert, so muss die verstellbare Spitzenschraube des Achslagers angezogen und durch die Pressschraube der Backenhälften festgelegt werden.

2. *Die österreichische Wechseltaste* (Fig. 45 u. 46).

Sie besteht aus einer Morsetaste in Verbindung mit einem Batteriewechsel, d. h. einer Einrichtung, welche ermöglicht, durch einfache Stöpselung von der an die Taste angelegten Telegraphierbatterie so viele Elemente abzuzweigen, als nach dem jeweiligen Leitungs- und Isolationswiderstande der Leitung für deren Betrieb erforderlich sind. Der Batteriewechsel besteht aus einer Messingschiene *S*, welche auf dem hölzernen Tastenbrett aufgeschraubt und mit dem Arbeitskontakt *A* der Taste durch einen starken isolierten Kupferdraht verbunden ist. Senkrecht zu dieser Messingschiene sind 4 kurze Schienen 1—4 in das Tastenbrett eingelagert; das Holz isoliert die kleinen Schienen gegeneinander und gegen die grosse Schiene. Liegt der Zinkpol der Batterie an Erde, so werden an die kurzen Schienen die Kupferpole der vorhandenen Batteriegruppen gelegt. Entsprechend der Anzahl der kurzen Schienen kann die Batterie in 4 Gruppen geteilt werden. An den Kreuzungspunkten sind die lange und die kurzen Messingschienen durchbohrt. Je nachdem man die erste, zweite, dritte oder vierte kurze Schiene durch Stöpselung der korrespondierenden Bohrlöcher mittelst eines federnden Metallstöpsels verbindet,

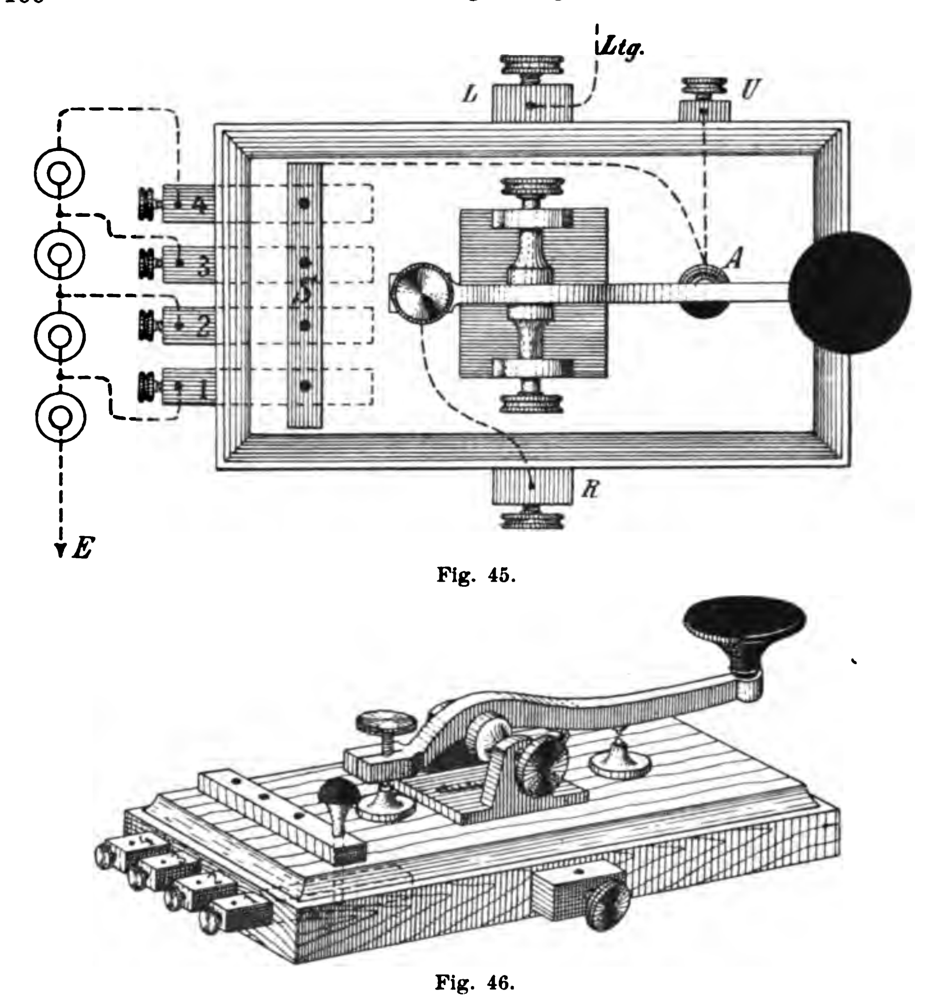


Fig. 45.

Fig. 46.

legt man die erste Gruppe, oder die erste und zweite, oder die erste, zweite und dritte Gruppe, oder endlich die ganze Batterie an die Taste.

Der Arbeitskontakt der Taste ist ferner mit der Klemme *U* durch isolierten Draht verbunden; diese Klemme tritt bei der Übertragungsschaltung sowie dann in Benutzung, wenn die Wechseltaste als einfache Morsetaste eingeschaltet werden soll. In letzterem Falle wird die Batterie an die Klemme *U* gelegt. An die mit dem Tastenkörper in Verbindung stehende Klemme *L* wird die Leitung gelegt, während der Ruhekontakt der Taste über die Klemme *R* mit dem Empfangsapparate verbunden ist.

Bei Verwendung der Taste in Ruhestromleitungen ist der Batteriewechsel ohne Bedeutung, da hier Arbeitskontakt und damit auch Batteriewechsel nicht in den Stromkreis eingeschaltet sind.

3. *Die Wechselstromtaste mit Entladungskontakt* (Fig. 47).

Sie ist von Siemens & Halske für den Betrieb der indo-europäischen Telegraphenlinie konstruiert worden und dazu bestimmt, den eigenen polarisierten Empfänger beim Geben auszuschalten und die Leitung vor seiner Wieder-

einschaltung zur Erde zu entladen. Der Tastenhebel besteht aus zwei übereinander liegenden Hebeln h_1 und h_2, von welchen der untere isoliert an einem gabelförmigen Messingstück M festgeschraubt ist. Letzteres ist um die Hauptachse A der Taste drehbar in den stegförmigen Ansätzen B des Tastenkörpers eingelagert.

Der untere Hebel h_1 hat die normale Hubhöhe der Morsetaste, die Hubhöhe wird durch zwei Kontakte a und a_1 begrenzt. Der untere Kontakt a steht mit dem positiven Pole der Arbeitsbatterie und der obere Kontakt a_1 mit dem negativen Pole der Gegenbatterie in Verbindung. Der obere Hebel hat eine viel grössere Hubhöhe als der untere, er ist um eine in das gabel-

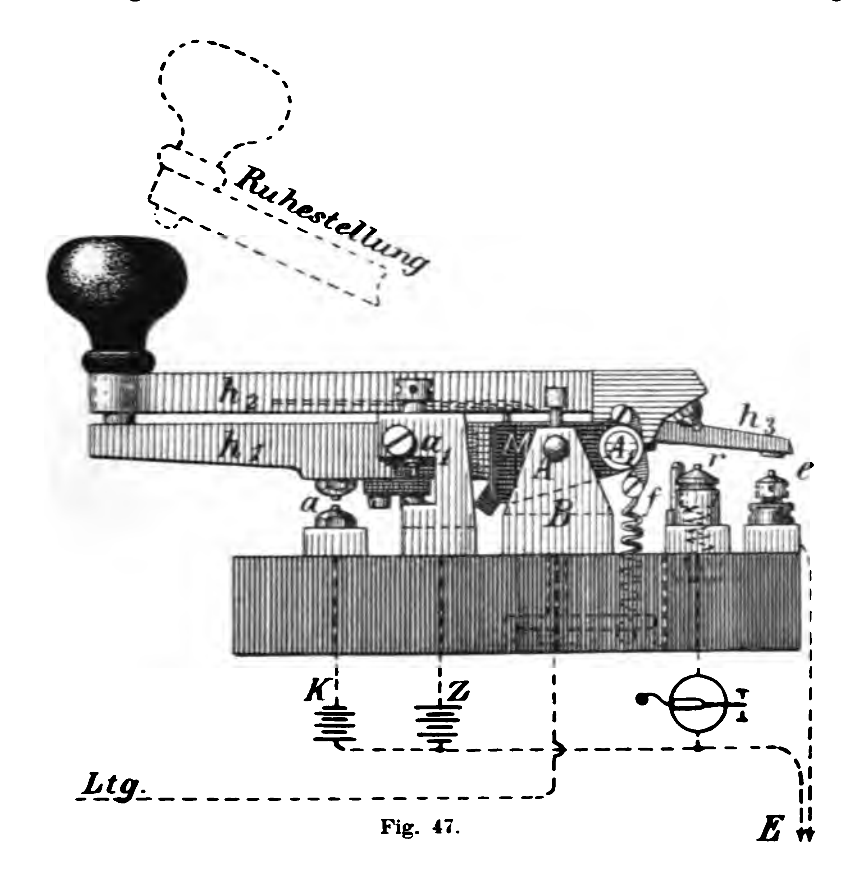


Fig. 47.

förmige Messingstück eingelagerte, zur Hauptachse parallele Achse A_1 drehbar. In der Ruhelage wird dieser Hebel durch eine Spiralfeder f mit seinem hinteren, mit Platinkontakt versehenen Ende fest gegen den federnden Ruhekontakt r gedrückt, während das vordere Ende mit dem Tastenknopf in die Höhe ragt. Die Leitung liegt am Tastenkörper; der ankommende Strom gelangt also bei Ruhelage der Taste über den Tastenkörper, die beiden Hebelachsen sowie das gabelförmige Messingstück und den Ruhekontakt zum Empfangsapparat.

Beim Übergang zum Geben wird durch Niederdrücken des Tastenknopfes zunächst der obere Hebel um seine Achse gedreht und der Ruhekontakt — also der Stromweg nach dem Empfangsapparat — unterbrochen. Sodann wird eine metallische Verbindung der beiden Hebel hergestellt, indem eine

an der unteren Seite des oberen Hebels befestigte Kontaktfeder sich auf einen Platinstift des unteren Hebels legt. Endlich kommt auch der obere Hebel mit seinem vorderen Ende auf den unteren Hebel so zu liegen, dass

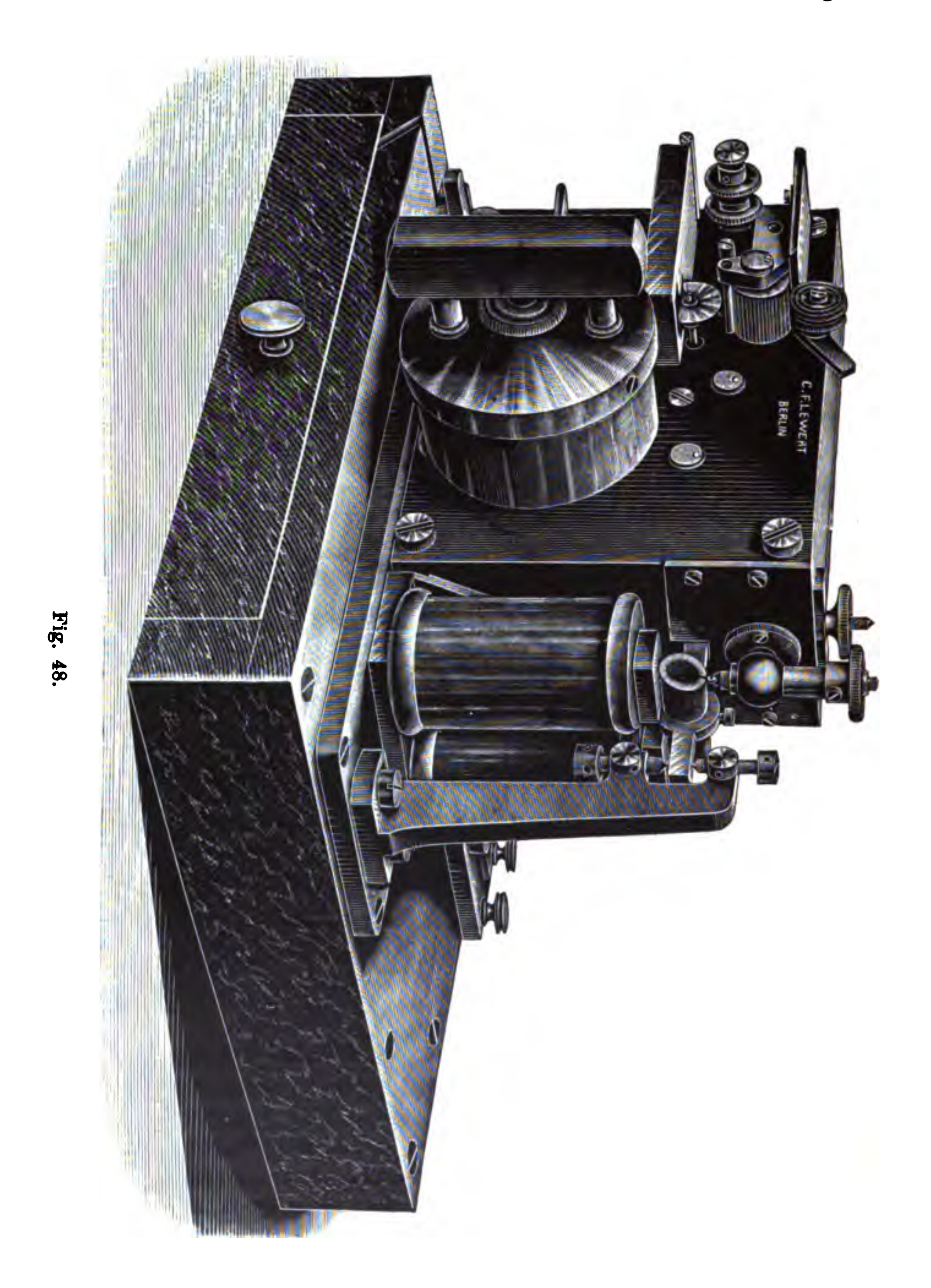


Fig. 48.

das Hebelpaar nunmehr einen einzigen um die Hauptachse drehbaren Hebel darstellt, der durch die Spiralfeder *f* kräftig gegen den Kontaktstift a_1 der Gegenbatterie gepresst wird. Das Telegraphieren erfolgt nun in derselben Weise wie mit der Morsetaste. Durch weiteres Niederdrücken des kom-

binierten Tastenhebels wird der Arbeitskontakt geschlossen und dadurch ein positiver Strom der Arbeitsbatterie in die Leitung gesendet. Beim Nachlassen des Druckes zieht die Spiralfeder den Tastenhebel wieder gegen den Kontakt der Gegenbatterie und sendet aus ihr einen negativen Strom in die Leitung. Der Kontakt *r* bleibt während des Gebens unterbrochen.

Damit beim Übergang vom Geben zum Empfangen der Entladungsstrom nicht durch den eigenen Empfänger fliesst, wird der obere Hebel, bevor er mit seinem hinteren Ende den Ruhekontakt schliesst, vorübergehend mit der Erde verbunden, wodurch die Leitung entladen wird. Hierzu dient ein kleiner Hebel h_3, welcher am oberen Tastenhebel drehbar befestigt ist und sich auf den Erdkontakt *e* legt, sobald der obere Tastenhebel losgelassen wird und in die Ruhelage aufspringt. Bevor der Ruhekontakt geschlossen wird, entfernt sich der kleine Hebel wieder vom Erdkontakte.

b) Der Morse-Schreibapparat.

Der deutsche Normalfarbschreiber.

Der in der Abbildung Fig. 48 dargestellte Normalfarbschreiber der deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung ist auf einem polierten Mahagonikasten, in welchem sich die Papierscheibe befindet, mittelst Schrauben befestigt. Er besteht

1. aus dem mechanischen Teile zur Fortbewegung des Papierstreifens mit Laufwerk, Papierführung und Farbekasten,
2. aus dem elektromagnetischen Teile mit Elektromagnet, Anker und Schreibhebel.

Das Laufwerk besteht aus dem Gehäuse, dem Räderwerke mit Windfang, der Triebfeder in der Trommel und der Hemmvorrichtung.

1. Der mechanische Teil.

Das Gehäuse.

Das Gehäuse (Fig. 49 u. 50) wird durch zwei auf einem Messingrahmen *A* parallel zueinander befestigte Messingwangen *B* sowie durch eine obere und drei seitliche Messingplatten gebildet. Die Messingwangen sind an ihren vier Ecken durch dazwischen gelegte Messingcylinder mittelst starker eiserner Schrauben zu einem Ganzen verbunden. Mit dem Messingrahmen steht das Gehäuse ausserdem durch zwei in die beiden unteren Messingcylinder eingreifende Schrauben in Verbindung. Die obere und die linksseitige Abschlussplatte des Gehäuses sind in Nuten der Wangen eingelagert und können leicht herausgezogen werden. Die rechte Seite des Gehäuses wird im oberen Teile durch eine feststehende Platte *C* und im unteren Teile durch eine bewegliche Platte *D*, an welcher der Eisenwinkel *a* des Elektromagnetsystems befestigt ist, abgeschlossen.

Das Räderwerk.

Das Räderwerk (Fig. 50) besteht aus sieben Zahnrädern und drei Hohltrieben auf sechs Achsen sowie dem Windfange. Die Achsen der Zahnräder sind in den Wangen des Gehäuses gelagert. Die Hohltriebe sind in der Weise hergestellt, dass auf die Achsen der betreffenden Zahnräder je eine Hülse mit zwei parallelen, kreisförmigen Messingscheiben aufgesteckt ist, zwischen denen, nahe ihrem äusseren Umfange, fein polierte Stahldrähte in gleichen Zwischenräumen eingelassen sind.

Der Eingriff der Zahnräder ineinander und in die Hohltriebe sowie die Drehungsrichtung der Räder wird durch Fig. 50 veranschaulicht.

Die Achse des Zahnrads r_1 geht durch eine Öffnung der vorderen Apparatwange frei hindurch und ist in dem hakenförmigen Ende des Schreibhebels drehbar eingelagert. Sie trägt das Schreibrädchen und wird deshalb Schreibrädchenachse genannt. Ihr zweites Lager befindet sich in der hinteren Apparatwange; das auf der Achse angebrachte Zahnrad liegt dem Achsenlager so nahe, dass sein Eingriff in die Zähne des benachbarten Rades bei der durch den Schreibhebel bewirkten Auf- und Niederbewegung des vorderen Achsenendes nicht beeinträchtigt wird.

Das Zahnrad r_2, Steigrad genannt, greift mit seinen hohen, scharfen Zähnen in die Windfangschraube w ein.

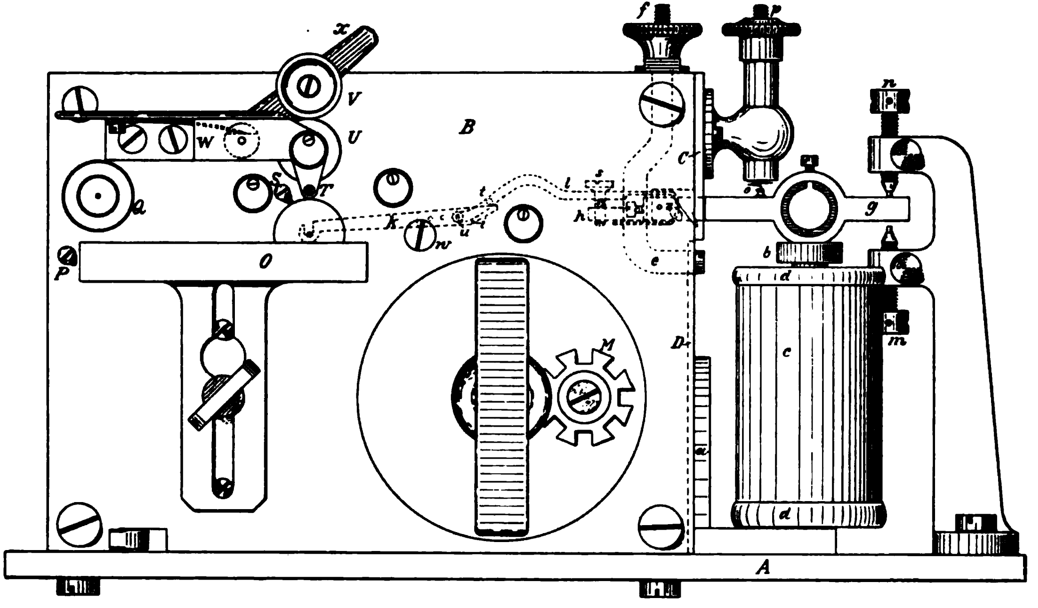


Fig. 49.

Der Windfang.

Der Windfang (Fig. 50) dient zur Regulierung der Laufgeschwindigkeit; er besteht aus einer Stahlachse, auf welcher der Windflügel, ein leichtes Messingblech, mittelst einer Buchse so aufgesteckt ist, dass er sich mit der Achse dreht, aber gleichzeitig um seine eigene wagerechte Achse drehbar bleibt. Die Windfangachse, welche in ihrem oberen Teile aus einer doppelgängigen Schraube ohne Ende besteht, ist senkrecht in Ansätzen eines an der hinteren Apparatwange eingeschraubten Messingwinkels eingelagert. Die beiden in feine Zapfen auslaufenden Enden der Windfangachse reichen durch die Ansätze des Messingwinkels hindurch und stossen gegen die Flächen der unten und oben aufgeschraubten Messingplättchen. Das obere Plättchen trägt in einer Ausbohrung der Achsenspitze gegenüber einen kleinen, an seiner Unterfläche fein polierten Achatstein, gegen den die ebenfalls fein polierte Spitze der Windfangachse angedrückt wird, wenn letztere durch das Laufwerk in Bewegung gesetzt ist.

Im Ruhezustande des Apparats verharrt der Windflügel infolge Einwirkung einer Spiralfeder in nahezu senkrechter Stellung. Wird die Wind-

fangachse durch das Räderwerk in Drehung versetzt, so hat der Windflügel vermöge der Centrifugalkraft das Bestreben, eine wagerechte Lage einzunehmen; diesem Bestreben wirkt die Spannkraft der Spiralfeder entgegen. Dadurch wird die Geschwindigkeit der Drehung gleichförmig erhalten.

Je grösser nämlich die Umdrehungsgeschwindigkeit der Windfangachse wird, desto mehr nähert sich der Windflügel der horizontalen Lage. Mit der zunehmenden Entfernung des Windflügels aus der senkrechten Lage wächst aber der Widerstand der Luft gegen die Drehung des Flügels; die Umdrehungsgeschwindigkeit der Windfangachse wird infolgedessen ermässigt. Nunmehr erlangt aber wegen der langsameren Bewegung die Kraft der Spiralfeder das Übergewicht über die Centrifugalkraft und bringt den Flügel seiner Ruhelage wieder näher. Der Flügel hat alsdann bei der Bewegung weniger Luftwiderstand zu überwinden, und dies gestattet wieder eine Zunahme der Geschwindigkeit. Infolge dieses in sehr kurzen Zwischenräumen

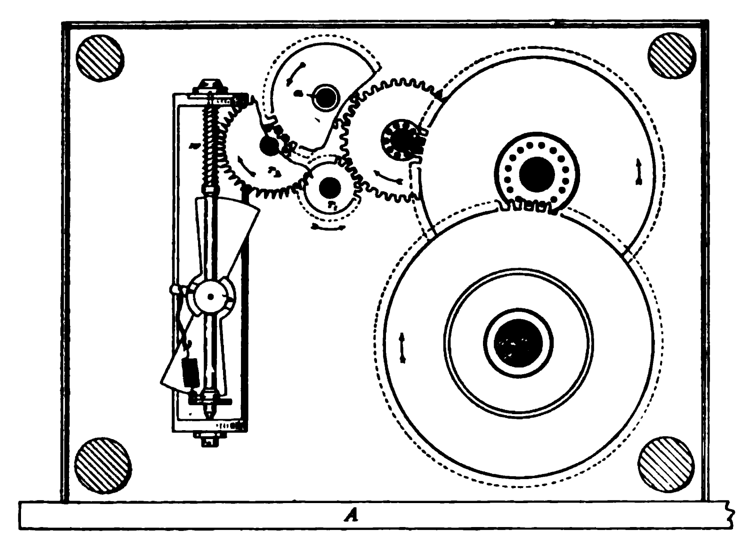


Fig. 50.

wechselnden Spieles tritt bald nach dem Anfange der Bewegung eine gleichmässige Umdrehungsgeschwindigkeit der Windfangachse und damit des ganzen Laufwerkes ein; ferner wird hierdurch jede etwa während des Telegraphierens eintretende Abweichung schnell wieder ausgeglichen, so dass die Bewegung des Laufwerkes gleichförmig vor sich geht.

Triebfeder und Federtrommel.

T r i e b f e d e r u n d F e d e r t r o m m e l (Fig. 51 u. 52). Die das Laufwerk bewegende Kraft liefert die Triebfeder, eine stählerne Blattfeder von 3,3 m Länge, 34 mm Breite und 0,4 bis 0,5 mm Stärke, welche in einem runden Messinggehäuse — der Federtrommel — eingeschlossen ist. Die Triebfeder ist mit dem einen Ende an der hohlen Achse der Federtrommel bei *E* befestigt, dann spiralförmig um die Achse gewunden und mit dem anderen Ende an einen am Trommelgehäuse bei *F* angenieteten Haken festgelegt.

Die Federtrommel ist an der vorderen Apparatwand auf die aus dieser hervorragende, an einer Seite der Länge nach abgeflachte Hauptachse des Räderwerkes aufgeschoben. Zwei in die hohle Achse der Federtrommel ein-

gelassene Schrauben G ragen so weit in die Höhlung hinein, dass sie bei aufgeschobener Federtrommel den abgeflachten Teil der Hauptachse berühren. Von der Abflachung der Achse gehen zwei schmale Einschnitte aus, in welchen die erwähnten beiden Schrauben bei der geringsten Rechtsdrehung der Trommel derart ein Widerlager finden, dass sich die Federtrommel auch dann auf der Achse nicht verschieben kann, wenn die zur Verhinderung des Heruntergleitens in erster Linie bestimmte Schraubenmutter sich etwa durch Erschütterungen des Apparats gelockert hat. Durch diese Vorrichtung erfolgt gleichzeitig eine Verkuppelung der Federtrommelachse mit der Hauptachse des Räderwerkes; die hohle Trommelachse kann sich nicht mehr um die Radachse drehen, sondern es dreht sich die Trommel selbst um die beiden verkuppelten Achsen.

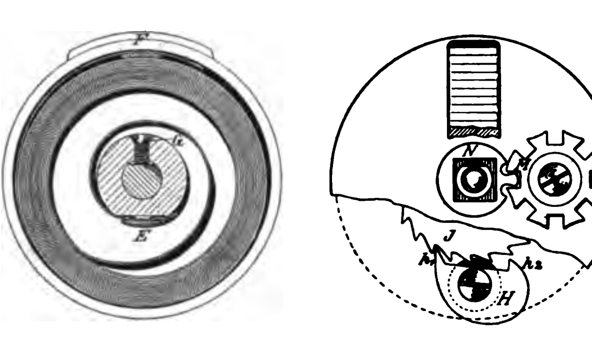


Fig. 51. Fig. 52.

Das Aufziehen der Triebfeder erfolgt durch Drehen des an der Vorderseite der Trommelkapsel angebrachten Handgriffs nach rechts herum; die Feder legt sich hierbei in engen Windungen um die Trommelachse und wird hierdurch gespannt.

Die Triebfeder darf nach dem Aufziehen nicht plötzlich zurückschnellen, sondern muss in der ihr gegebenen Spannung erhalten werden; ferner darf sie nicht zu stark angespannt werden. Ersterem Zwecke dient die Sperrvorrichtung, letzterem die Aufzugskontrole.

Die Sperrvorrichtung.

Die Sperrvorrichtung (Fig. 52) besteht aus Sperrklinke und Sperrrad. Die Sperrklinke H ist an der vorderen Apparatwange mittelst einer Schraube drehbar befestigt. Mit ihren beiden Zähnen, von welchen für gewöhnlich der längere Zahn h_1 in die Zähne des mit der Federtrommel fest verbundenen Sperrrads J eingreift, verhindert sie die Drehung der Federtrommel nach links herum, in welcher Richtung die gespannte Feder die Trommel zu bewegen strebt. Die gespannte Feder, die wieder in die Ruhelage zurückzukehren sucht, übt daher auf die Trommelachse eine drehende Kraft aus und setzt, da diese Achse mit der Hauptachse fest verkuppelt ist, letztere und damit das ganze Laufwerk in Bewegung, sobald die Hemmvorrichtung ausgeschaltet ist.

Die Drehung der Trommel nach rechts herum zum Anspannen der Feder wird durch die Sperrklinke nicht verhindert. Bei der Drehung nach rechts gleitet der nächste Zahn des Sperrrads auf der schrägen Fläche des Zahnes h_1 der Sperrklinke hin und schiebt ihn zur Seite. Hierdurch wird die Sperrklinke bei h_1 etwas gesenkt, so dass der zweite Zahn h_2 nunmehr in eine Zahnlücke des Sperrrads eintritt. Bei der weiteren Drehung gleiten die Zähne des Sperrrads abwechselnd über die beiden Zähne der Sperrklinke hinweg. Beim Aufhören der Drehung verhindert der einfallende Zahn h_1 der Sperrklinke die durch die Federkraft erstrebte Rückwärtsbewegung.

Der Schwerpunkt der Sperrklinke liegt nach der Seite des kürzeren Zahnes zu, so dass die Klinke das Bestreben hat, sich von selbst mit dem längeren Zahne in das Sperrrad einzulegen.

Die Aufzugskontrole (Fig. 52) besteht aus Kontrolrad und Kontrolzahn.

Die Aufzugskontrole.

Das mit acht Zähnen versehene stählerne Kontrolrad *M* ist auf der Vorderseite der Trommelkapsel leicht drehbar angebracht. Sieben Zähne des Kontrolrads sind an ihrer äusseren Fläche derart ausgeschnitten, dass durch sie die Bewegung des auf die Trommelachse aufgeschobenen Stahlringes *N* nicht behindert wird. Der erste Zahn des Kontrolrads hat keinen Ausschnitt, sondern eine nach aussen vorstehende Abrundung.

Der Kontrolzahn ist ein zahnförmiger Ansatz des Stahlringes *N*, er ragt über dessen Peripherie etwas hinaus.

Beim Aufziehen der Federtrommel greift der Kontrolzahn bei jeder Umdrehung der Trommel einmal in eine Lücke des Kontrolrads und dreht dieses um einen Zahn so lange nach rechts herum, bis der nach aussen abgerundete Zahn des Kontrolrads sich hinter dem Kontrolzahne befindet, in dieser Lage gegen den Stahlring stösst und die weitere Drehung der Federtrommel hemmt. Die Feder ist dann auf den äusserst zulässigen Grad angespannt. Beim Ablaufen der Triebfeder greift der mit der Federtrommelachse fest verbundene und mit ihr rechts herum sich drehende Kontrolzahn in das Kontrolrad ein und dreht dieses so lange, bis der nach aussen abgerundete Zahn gegen den Stahlring stösst und dadurch eine weitere Drehung verhindert. Der Apparat steht dann still. Die Triebfeder darf jedoch bei dieser Stellung des Kontrolrads nicht gänzlich abgespannt sein; ihre Spannkraft muss vielmehr noch zur regelrechten Bewegung des Laufwerkes hinreichen. Andernfalls würde schon geraume Zeit vor dem Stillstehen des Apparats der Papierstreifen nicht mehr mit der genügenden Geschwindigkeit ablaufen.

Abnehmen der Federtrommel. Bevor man die Federtrommel von der Achse abziehen darf, muss die Feder vollständig abgespannt sein; andernfalls würde sie beim Abnehmen der Trommel plötzlich zurückschnellen und unter Umständen zerbrechen. Das Abspannen der Triebfeder geschieht entweder durch Ablaufenlassen des Apparats oder durch vorsichtiges Zurückdrehen der Federtrommel mittelst des Handgriffs unter wiederholtem Heben der Sperrklinke bei ihrem kürzeren Zahne behufs Aushebens des längeren Zahnes. Die Sperrklinke ist zu diesem Zwecke auf der Rückenfläche mit einer Furche versehen, in welche ein federnder Draht eingeschoben wird. Die Feder ist abgespannt, wenn bei ausgehobener Sperrklinke die Federtrommel sich nicht mehr von selbst nach links dreht. Nach dem Abspannen der Feder wird die auf dem Achsenende vor der Federtrommel befestigte Schraubenmutter gelöst und auf einen dem Achsenende gegenüber aus dem Trommelgriffe hervorragenden Schraubenstift aufgeschraubt. Hierauf wird die Federtrommel unter Anheben der Sperrklinke soweit nach links gedreht, bis die Enden der in die hohle Trommelachse eingelassenen Schrauben aus den Einschnitten der Hauptachse wieder auf die Abflachung der Achse herausgetreten sind. In dieser Lage kann die Federtrommel leicht abgezogen werden.

Abnehmen der Federtrommel.

Bei der Abspannung der Triebfeder auf die soeben beschriebene Weise ist es notwendig, den Trommelgriff festzuhalten und nicht früher loszulassen, als bis die Sperrklinke wieder fest in das Sperrrad eingreift. Bei Ausser-

achtlassung dieser Vorsichtsmaassregel schnellt die Feder mit grosser Kraft zurück und wird in der Regel zerbrechen. Dieselbe Gefahr bringt jedes unvorsichtige Anheben der Sperrklinke, wenn die Trommel nicht mit der Hand festgehalten wird.

Öffnen der Federtrommel.

Öffnen der Federtrommel. Die Federtrommel muss zum Ölen der Triebfeder geöffnet werden, wenn beim Ablaufen des Apparats Stösse hörbar werden. Zu diesem Zwecke wird die Trommel erst dann von der Hauptachse gezogen, wenn nach Abschrauben der Aufzugskontrole die Feder gänzlich abgespannt ist. Nach Lösung der Schrauben des vorderen Trommeldeckels kann dieser abgenommen werden. Das Öl wird zwischen die Windungen der Feder gegossen, und hierauf der Deckel wieder aufgeschraubt.

Aus der Trommel selbst darf die Feder nicht herausgenommen werden, weil es ohne besondere Hülfsmittel schwierig ist, sie wieder richtig in die Trommel hineinzubringen, und weil ferner beim Herausnehmen durch ein plötzliches Auseinanderschnellen leicht ein Bruch der Feder eintreten kann.

Wiederaufbringen der Federtrommel.

Das Wiederaufbringen der Federtrommel erfolgt in der Weise, dass die Trommel auf der Hauptachse zunächst mittelst der Schraubenmutter des Achsenendes festgelegt wird. Sodann wird die Feder durch Drehung des Trommelgriffs vorsichtig soweit aufgezogen, als dies ohne besondere Kraftanwendung möglich ist. Nunmehr wird erst die Aufzugskontrole so aufgesetzt, dass der nach aussen abgerundete Zahn des Kontrolrads oberhalb des Kontrolzahns steht, beim Aufziehen der Trommel also nach rechts hin geschoben wird.

Die Hemmvorrichtung.

Die Hemmvorrichtung. Sie besteht aus Sperrfeder und Sperrhebel und dient dazu, das Laufwerk anzuhalten oder in Gang zu setzen. Die Sperrfeder ist innerhalb des Gehäuses an der vorderen Apparatwange befestigt; sie legt sich, wenn das Laufwerk angehalten werden soll, gegen eine am unteren Teile der Windfangachse angebrachten Scheibe an und verhindert in dieser Lage die Drehung der Windfangachse und damit die Bewegung des Laufwerkes. Zum Zurückschieben der Sperrfeder dient der Sperrhebel, ein Messinghebel, welcher durch einen Ausschnitt der vorderen Apparatwange herausragt und in einem an der hinteren Apparatwange befestigten geschlitzten Messingstück in horizontaler Richtung drehbar eingelagert ist. Ein auf dem Hebel befindlicher Stahlstift stösst bei der Drehung nach links gegen das umgebogene Ende der Sperrfeder und drängt diese von der Windfangscheibe ab. Das Laufwerk wird hierdurch frei. Wird dann der Hebel nach rechts geschoben, so gleitet der Stift über die Biegung der Sperrfeder hinweg, die Feder legt sich gegen die Windfangscheibe, und das Laufwerk wird wieder gehemmt.

Die Papierführung.

Die Papierführung (Fig. 49). Die Papierrolle liegt im Untersatzkasten des Apparats auf einer durchbrochenen Stahlscheibe mit Holzkern, welche sich leicht um eine mit dem Schiebebleche des Untersatzkastens verschraubte Stahlachse dreht. Hinter dem Apparate befindet sich in der Deckplatte des Untersatzkastens ein kleines Fenster, durch welches man erkennen kann, ob noch genügend Papier vorhanden ist. Der Papierstreifen wird um ein vorn rechts am Schiebebleche drehbar angebrachtes Holzröllchen geführt, sodann mit einer Drehung von 90 Grad um den vorn links an der Holzwand des Schiebeblechs angebrachten Stahlstift gelegt und durch einen in der Deckplatte des Untersatzkastens befindlichen Schlitz nach aussen geführt. Von da wird der Papierstreifen zwischen dem Farbekasten O und dem an der

vorderen Apparatwange befestigten Führungsstifte P hindurch, über das Messingröllchen Q und den Stift S, sowie unter der drehbaren Stahlwelle T hinweg weitergeführt und endlich zwischen die Walzen U und V gelegt. Der Stift S ist so nahe bei der kleinen Stahlwelle T angebracht, dass der Papierstreifen um die Welle herum ein scharfe Biegung macht und so dem Schreibrädchen nur eine geringe Berührungsfläche darbietet; die Zeichen werden hierdurch scharf begrenzt.

Die Fortbewegung des Papierstreifens (Fig. 49 u. 50). Hierzu dienen die Papierwalze und die Druckwalze. Die mit feinen Längsreifeln versehene Papierwalze U, welche bei den älteren Apparaten aus Messing und bei den neueren aus Ebonit besteht, ist auf die durch die vordere Apparatwange hindurchreichende Achse a des Räderwerkes aufgeschoben. Das Ende der Achse ruht in einem an der vorderen Apparatwange angeschraubten Messingwinkel W. Auf der Papierwalze liegt die an ihrem Umfange mit einer Nute versehene Druckwalze V, welche auf einem an dem Hebel x angebrachten Stifte leicht drehbar befestigt ist. Dieser Hebel ist um eine mit einer Abflachung versehenen Achse drehbar, welche einerseits in der vorderen Apparatwange und andererseits in den Messingwinkel W eingelagert ist. Eine unterhalb der Deckplatte dieses Messingwinkels angebrachte Blattfeder drückt auf die Abflachung der Hebelachse und presst so die Druckwalze auf die Papierwalze. Der zwischen beide Walzen gelegte Papierstreifen wird infolgedessen durch die bei Anlassen des Laufwerkes eintretende Bewegung der Papierwalze nach links hin fortbewegt. Die Nute der Druckwalze verhütet ein Verwischen der beim Durchgange zwischen beiden Walzen noch feuchten Zeichen.

Der Farbekasten.

Der Farbekasten (Fig. 49). Er besteht aus einem länglich viereckigen Messingkasten auf einem nach unten reichenden, mit einem Schlitze versehenen Träger. Letzterer wird durch eine mit einem flachen Griffe versehene Schraube gegen die vordere Apparatwange gepresst. Die wagerechte Stellung des Kastens wird durch zwei durch den Schlitz greifende und in die Apparatwange eingelassene Stifte gesichert. Bei Abnahme des Farbekastens ist die Schraube zu lösen, ihr flacher Griff in die Richtung des Schlitzes zu stellen und der Kasten so weit zu senken, dass die Schraube in die kreisförmige Ausweitung des Schlitzes zu stehen kommt. In dieser Stellung kann der Farbekasten leicht abgenommen werden. Das vom Laufwerke bewegte Schreibrädchen taucht in den mit Farbe gefüllten Farbekasten ein; bei jeder Drehung des Schreibrädchens wird also an dessen Rand stets etwas Farbe mit in die Höhe genommen. Hinter dem Schreibrädchen ist eine kleine mit doppelten, scharfen Rändern versehene Scheibe auf die Achse aufgesetzt, die das Eindringen der Farbe in den Apparat über die Schreibrädchenachse hinweg verhindert.

Zur schärferen Abgrenzung der Schriftzeichen ist das Laufwerk so angeordnet, dass die Achse der Papierwalze und des Schreibrädchens sich in gleichem Sinne drehen, die Bewegung des Papierstreifens also entgegengesetzt der Drehung des Schreibrädchens erfolgt.

Die Drehungsgeschwindigkeit des Laufwerkes.

Die Drehungsgeschwindigkeit des Laufwerkes ist so berechnet, dass in einer Minute der Windfang etwa 3040 und die Papierwalze 28 Umdrehungen macht. Die Papierwalze hat einen Umfang von 5.66 cm, der Papierstreifen wird also in einer Minute um 28 · 5.66 = 159 cm vorwärts

bewegt. Bei dieser Geschwindigkeit erscheint die Schrift auch bei schnellem Telegraphieren noch deutlich auf dem Papierstreifen. Eine vollständig angespannte Triebfeder erhält das Laufwerk etwa 23 Minuten in Bewegung.

2. *Der elektromagnetische Teil.*

Der Elektromagnet.

Der Elektromagnet (Fig. 49). Ein Eisenwinkel ist mit seinem Schenkel *a* am unteren beweglichen Teile der rechten Seitenwand des Apparats angeschraubt; sein horizontaler Schenkel trägt die beiden aus je einem hohlen Kerne von Eisen mit aufgesetztem Polschuhe *b* bestehenden Elektromagnetschenkel *c*. Jeder Eisenkern ist von einer dicht anschliessenden Papierhülse, die oben und unten durch je eine runde Holzscheibe *d* begrenzt ist, umgeben. Die Papierhülse ist dicht mit 0,2 mm starkem, durch Umspinnung mit weisser Seide isoliertem Kupferdraht umwickelt. Auf jeder Magnetrolle sind etwa 6 500 Umwindungen angebracht. Der hierzu verwendete Draht hat eine Länge von ungefähr 515 m und einen Widerstand von etwa 280 Ohm, in beiden Rollen zusammen also von 560 Ohm. Auf der oberen Holzscheibe jeder Rolle ist die Zahl der Umwindungen und der Widerstand angegeben.

Die Bewickelung der Elektromagnetrollen der Morseapparate, wie auch der Klopfer, Hughes, Relais und Fernsprechwecker, wird gegen das Eindringen von Feuchtigkeit dadurch geschützt, dass die Innenflächen der Holzscheiben und die Oberflächen der Rollen mit Paraffin überzogen sind. Zum Schutze gegen äussere Beschädigungen erhalten die Rollen einen Überzug aus lackiertem Leder.

Schaltung der Elektromagnetumwindungen. Die vier Enden der Umwickelungsdrähte sind je mit einem starken Messingdrahte verlötet, der isoliert durch den horizontalen Schenkel des Eisenwinkels reicht und an seiner unteren, abgeschrägten Fläche eine Klemmschraube trägt. Die beiden inneren Klemmschrauben sind durch einen dicken Kupferdraht verbunden, von den äusseren führt je ein isolierter Kupferdraht längs der unteren Fläche der Deckplatte des Untersatzkastens zu den auf dem hinteren Teile des Kastens angebrachten beiden Apparatklemmen, welche die Leitungszuführungen aufnehmen. Die Elektromagnetrollen sind also hintereinander geschaltet, d. h. der Strom durchfliesst erst die eine Rolle und dann die andere.

Bei geringem Leitungswiderstande kann es u. U. vorteilhaft sein, statt der Hintereinanderschaltung der Rollen die Nebeneinanderschaltung anzuwenden. Sind in eine Ruhestromleitung x Ämter eingeschaltet und bezeichnet m den Widerstand jeder einzelnen Elektromagnetrolle der Morseapparate und r den gesamten Leitungswiderstand mit Ausschluss der Morseapparate, so beträgt die Stromstärke in der Leitung bei Reihenschaltung der Rollen

$$J_h = \frac{E}{r + 2mx}$$

und bei Nebeneinanderschaltung

$$J_n = \frac{E}{r + \frac{m}{2}x}.$$

Der in den Morseelektromagneten erzeugte Magnetismus ist demnach in beiden Fällen

$$M_h = \frac{c \cdot 2n \cdot E}{r + 2mx}$$

und

$$M_n = \frac{c \cdot n \cdot E}{r + \frac{m}{2} x} = \frac{c \cdot 2n \cdot E}{2r + m x},$$

wenn n die Zahl der Windungen einer Rolle und c die Magnetisierungskonstante bedeuten. Daraus ergiebt sich, dass $M_h = M_n$ wird, wenn $x = \frac{r}{m}$ ist. Wächst die Zahl der Ämter darüber hinaus, so nimmt der Ausdruck für M_h rascher ab als der für M_n; es ist dann also die Parallelschaltung günstiger. Ist dagegen $x < \frac{r}{m}$, so stellt sich die Hintereinanderschaltung günstiger.

Die Vorrichtung zum Heben und Senken des Elektromagnets.

Die Vorrichtung zum Heben und Senken des Elektromagnets (Fig. 49). An der verschiebbaren Befestigungsplatte des Eisenwinkels ist auf der Innenseite der Stahlbügel *e* angeschraubt. Er greift mit seiner Biegung um die Achse des Schreibhebels, geht durch den rechten oberen, die beiden Apparatwangen verbindenden Messingcylinder und endet in der Schraube *f*. Durch Drehung der zugehörigen Schraubenmutter kann die bewegliche Platte mit dem Elektromagnetsystem etwa 3 mm aufwärts oder abwärts bewegt und hierdurch der Abstand der Polschuhe von dem Anker verkleinert oder vergrössert werden. Wird die Schraubenmutter nach rechts gedreht, so wird das Elektromagnetsystem gehoben, bei Linksdrehung wird es gesenkt.

Der Anker.

Den Anker des Elektromagnets (Fig. 53) bildet ein hohler, an den beiden Enden abgeschrägter und der Länge nach aufgeschlitzter Cylinder aus weichem Eisen, welcher in den ringförmigen Teil des Schreibhebels so eingeschoben ist, dass seine längste Seite den Polschuhen des Elektromagnets gegenüberliegt. Zur Befestigung des Ankers dient eine kleine Schraube, die von oben durch den ringförmigen Teil des Schreibhebels geht und in den Ankerschlitz eingreift.

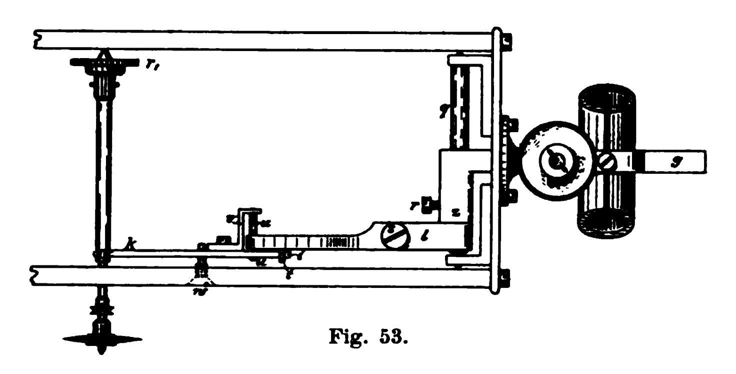


Fig. 53.

Der Schreibhebel.

Der Schreibhebel (Fig. 49 u. 53). Er besteht aus zwei zweiarmigen Hebeln *gh* und *ik*, die mittelst eines Verbindungsstücks *l* entweder für Ruhestrom- oder für Arbeitsstrombetrieb eingestellt werden können.

Der ausserhalb des Gehäuses liegende Hebelarm *g* trägt den Anker; seine Bewegung wird durch zwei Anschlagschrauben *m* und *n* begrenzt, die an einem auf der Grundplatte des Apparats aufgeschraubten Messingständer sitzen, und ist ausserdem von der Abreissfeder abhängig. Die durch die aufgeschlitzten Ansätze des Messingständers hindurchgreifenden Anschlagschrauben sind in senkrechter Richtung verstellbar; ihre unwandelbare Festlegung erfolgt durch Zusammenpressen der Ansatzbacken mittelst besonderer Schrauben.

Die Abreissfeder *o* befindet sich in einem Messingrohre, welches durch einen an der oberen rechten Seitenwand des Gehäuses angeschraubten Träger gehalten wird. Mit dem unteren Ende ist die Abreissfeder in einen Stift auf der Oberkante des Schreibhebels eingehakt und mit ihrem oberen Ende an der im Messingrohre beweglichen Schraube *p* befestigt. Durch Drehung der zugehörigen Schraubenmutter wird die Schraube gehoben oder gesenkt und damit die Abreissfeder gespannt oder nachgelassen; zwei am oberen und unteren Schraubenende befindliche Stifte begrenzen die Bewegung.

Der Hebel *gh* ist an der in zwei Messingwinkeln eingelagerten Achse *q* durch eine Schraube *r* befestigt. An dem Hebelarme *h* ist das zu einer *U*-förmigen Feder ausgearbeitete rechte Ende des Verbindungsstücks *l* angeschraubt. Die *U*-förmige Feder fasst um das Mittelstück *z* des Hebels herum.

Die durch das Verbindungsstück *l* und das Ende des Hebelarmes *h* durchgreifende Schraube *s* dient zum Heben und Senken des Verbindungsstücks, wodurch die Einstellung des Schreibhebels für Ruhestrom- oder Arbeitsstrombetrieb bewirkt wird. In das linke Ende des Verbindungsstücks ist eine kleine Stahlachse *u* fest eingesetzt, um welche sich der zweiarmige Hebel *ik* mit dem an ihm befestigten kleinen Messingwinkel *v* gelenkartig bewegt. Der längere, an seinem Ende hakenförmig umgebogene Arm *k* dieses Hebels umfasst die mit einer Nute versehene Achse des Schreibrädchens.

Einstellung des Schreibhebels für Arbeitsstrombetrieb.

Einstellung des Schreibhebels für Arbeitsstrombetrieb (Fig. 49 u. 53). Das Verbindungsstück *l* wird durch Nachlassen der Stellschraube *s* (Drehung links herum) so weit gehoben, dass der kurze Arm *i* des die Schreibrädchenachse umfassenden Hebels sich gegen einen am Verbindungsstück angebrachten Stift *t* legt. Hierdurch werden das Verbindungsstück und der Hebel *ik* zu einem starren Arme verbunden. Das ganze Hebelsystem stellt jetzt einen zweiarmigen Hebel dar, dessen Drehpunkt die Achse *q* bildet. Sobald sich der den Anker tragende Hebelarm bei Stromschluss infolge Anziehung des Ankers durch den Elektromagnet senkt, muss sich das entgegengesetzte Ende mit dem Schreibrädchen heben. Geht der rechte Hebelarm nach dem Aufhören des Stromes unter der Wirkung der Abreissfeder nach oben, so muss sich der linke Arm mit dem Schreibrädchen senken.

Einstellung des Schreibhebels für Ruhestrombetrieb.

Einstellung des Schreibhebels für Ruhestrombetrieb (Fig. 49 u. 53). Das Verbindungsstück *l* wird durch Drehen der Schraube *s* rechts herum soweit gesenkt, dass sich der linke Arm des Hebels *ik* auf einen in der vorderen Apparatwange befestigten Schraubenstift *w* legt und der rechte Arm *i* des Hebels sich von dem am Verbindungsstücke befindlichen Stifte *t* trennt. Hierdurch wird das vorher einen einzigen zweiarmigen Hebel bildende System in zwei durch ein Gelenk miteinander verbundene zweiarmige Hebel zerlegt. Der eine Hebel *ghl* dreht sich um die bisherige Achse *q* und der mit ihm durch die Achse *u* verbundene Hebel *ik* um den Schraubenstift *w*, auf dem er vermöge seiner Schwere aufliegt.

Senkt sich das den Anker tragende Ende des Hebels *ghl*, so wird das andere Ende bei *u* und mit ihm der rechte Arm des Hebels *ik* gehoben, während der die Schreibrädchenachse umfassende Arm *k* dieses Hebels und damit das Schreibrädchen sich senken. Geht das Hebelende mit dem Anker nach oben, so senken sich das Verbindungsstück *l* und das rechte Ende des Hebels *ik*, während der die Schreibrädchenachse umfassende Hebelarm *k* sich nach oben bewegt.

3. Die Einstellung und Wirkungsweise des Morseapparats.

Arbeitsstrom. Das Schreibhebelsystem muss einen einzigen zweiarmigen Hebel bilden.

Arbeitsstrom.

Bei der ersten Einstellung des Schreibhebels wird der Elektromagnet durch Rechtsdrehen der Regulierschraube soweit als möglich gehoben; hierauf werden auf beide Polschuhe dünne Papierstreifen aufgelegt, der Anker wird niedergedrückt und die untere Anschlagschraube so eingestellt, dass sich die Papierstreifen zwischen Anker und Polschuhen noch hin und her schieben lassen.

Der oberen Anschlagschraube giebt man darauf einen Abstand von 1 bis 2 mm vom Schreibhebel. Sodann wird durch Drehen der Stellschraube des Schreibhebels das Schreibrädchen so eingestellt, dass es den Papierstreifen berührt, sobald der Hebel auf der unteren Anschlagschraube aufliegt.

Fliesst infolge Tastendrucks des gebenden Amtes ein elektrischer Strom durch die Elektromagnetrollen des Schreibapparats, so werden die Elektromagnetkerne und Polschuhe magnetisch und ziehen den Anker an. Das den Anker tragende Hebelende senkt sich, während das andere Hebelende mit dem Schreibrädchen nach oben geht. Das Schreibrädchen schlägt gegen den sich bewegenden Papierstreifen und bringt auf diesem das beabsichtigte Zeichen hervor.

Wird der Strom unterbrochen, so verschwindet der Magnetismus in den Kernen und Polschuhen. Die Abreissfeder zieht den Hebel mit dem Anker gegen die obere Anschlagschraube, während sich das Schreibrädchen senkt und damit vom Papierstreifen entfernt.

Ruhestrom. Das Schreibhebelsystem muss durch Rechtsdrehen der Stellschraube in zwei zweiarmige Hebel zerlegt werden. Bei der ersten Einstellung des Schreibhebels wird in gleicher Weise wie bei der Einstellung des Apparats für Arbeitsstrom verfahren. Die Stellschraube des Schreibhebels ist jedoch derart zu drehen, dass der das Schreibrädchen tragende Hebelarm sich auf den Schraubenstift *w* legt, und dass das Farbrädchen den Papierstreifen berührt, wenn das rechte Hebelende an der oberen Anschlagschraube liegt.

Ruhestrom.

Bei ruhendem Verkehre hält der in der Leitung fliessende Strom den Anker angezogen. Wird der Strom durch Tastendruck auf einem Amte unterbrochen, so verschwindet bei allen im Stromkreise liegenden Ämtern der Magnetismus der Kerne und Polschuhe, und die Abreissfeder zieht das Hebelende gegen die obere Anschlagschraube. Das Verbindungsstück, welches das andere Hebelende bildet, senkt sich infolgedessen und mit ihm auch der rechte Arm des zweiten Hebels. Der linke Arm dieses Hebels und mit ihm das Schreibrädchen gehen nach oben; das Schreibrädchen legt sich gegen den Papierstreifen und bringt auf diesem je nach der kürzeren oder längeren Dauer der Stromunterbrechung einen Punkt oder Strich hervor.

Kehrt die Taste des gebenden Amtes in die Ruhelage zurück, so wird der Anker infolge des in den Elektromagnetrollen wieder auftretenden Stromes nach unten gezogen, und das Farbrädchen bewegt sich ebenfalls vom Papierstreifen hinweg nach unten.

Regulierung während des Betriebs. Wird während des Betriebs infolge Änderung der Stromstärke eine anderweitige Regulierung des

Regulierung.

Apparats erforderlich, so hat sich diese in der Regel nur auf eine Veränderung in der Spannung der Abreissfeder oder in der Lage des Elektromagnets zu erstrecken. Bei Zunahme der Stromstärke ist die Abreissfeder stärker anzuspannen oder der Elektromagnet zu senken; nötigenfalls hat beides stattzufinden. Bei Abnahme der Stromstärke hat das Umgekehrte einzutreten. Läuft die Schrift zusammen, so ist bei Arbeitsstrom die Abreissfeder durch Drehen ihrer Schraubenmutter rechts herum anzuspannen oder der Elektromagnet durch Drehen der Schraubenmutter *f* links herum zu senken. Bei Ruhestrom ist umgekehrt zu verfahren, also die Abreissfeder durch Drehen der Schraubenmutter links herum abzuspannen oder der Elektromagnet durch Drehen der Schraubenmutter rechts herum zu heben.

Wenn die Schrift spitz erscheint oder ganz ausbleibt, so ist bei Arbeitsstrom die Abreissfeder durch Drehen ihrer Schraubenmutter links herum abzuspannen, oder der Elektromagnet durch Drehen der betreffenden Schraubenmutter rechts herum dem Anker zu nähern, bis deutliche Schrift erscheint. Bei Ruhestrom wird umgekehrt verfahren; die Abreissfeder wird angespannt und der Elektromagnet gesenkt.

Ist durch Veränderung der Federspannung und der Lage des Elektromagnets keine deutliche Schrift zu erzielen, so muss eine Neueinstellung der Anschlagschrauben sowie des Schreibrädchens auf die schon angegebene Weise erfolgen.

Schreibapparate für Übertragungen.

Schreibapparate für Übertragungen. Die für Übertragungszwecke eingerichteten Morseapparate (vgl. Abbildung Fig. 54) haben als Träger der Anschlagschrauben zwei voneinander durch einen kleinen Zwischenraum und von der Grundplatte des Apparats durch Ebonitstücke getrennte Messingständer. Die an den Ansatzstücken der Ständer senkrecht übereinander in gewöhnlicher Weise durch Pressschrauben festgelegten Anschlagschrauben sind an ihren beiden Enden mit kleinen Platinplatten versehen; ebenso sind die Stellen des Schreibhebels, die mit den Anschlagschrauben in Berührung kommen, mit Platinplättchen belegt. Die untere Anschlagschraube bildet den Telegraphierkontakt, die obere den Ruhekontakt. An den Fussplatten der Ständer befinden sich zwei kleine Schnittschrauben zur Aufnahme der isolierten Zuführungsdrähte nach den neben den beiden Apparatzuführungsklemmen befestigten Übertragungsklemmen. Von einer fünften Klemme führt ein isolierter Kupferdraht nach dem Apparatrahmen; die Klemme steht also über den Rahmen, die Apparatwangen und die Schreibhebelachse mit dem Schreibhebel in leitender Verbindung.

Fehler im Schreibapparate.

Fehler im Schreibapparate. 1. Der Schreibapparat läuft zu langsam. — Die Triebfeder und die Achsenlager sind nicht genügend geölt, der Papierstreifen ist in der Papierführung gehemmt oder die Druckwalze presst zu stark auf die Papierwalze.

2. Das Räderwerk läuft rasch mit starkem Geräusch ab. — Der Windflügel hat sich auf seiner Achse gelockert; die Windflügelachse dreht sich daher ohne Flügel.

3. Das Räderwerk läuft bei gewöhnlicher Geschwindigkeit mit kreischendem Geräusche. — Die Achsen der Triebräder, insbesondere aber die Windfangschraube sind nicht genügend geölt. Ein oder zwei Tropfen Öl, welche in die Gänge der Windfangschraube eingebracht werden, genügen meist zur Erzielung eines regelmässigen Laufes; dadurch werden gleichzeitig die Zähne des Steigrads mit eingeölt. Die übrigen Zahnräder und Hohltriebe dürfen

nicht geölt werden, weil das Öl infolge der allmählichen Verdickung das Ablaufen behindert.

4. Der Papierstreifen bewegt sich, wenn nicht gearbeitet wird; er wird jedoch durch hintereinander gegebene Striche zurückgehalten. — Die Druck-

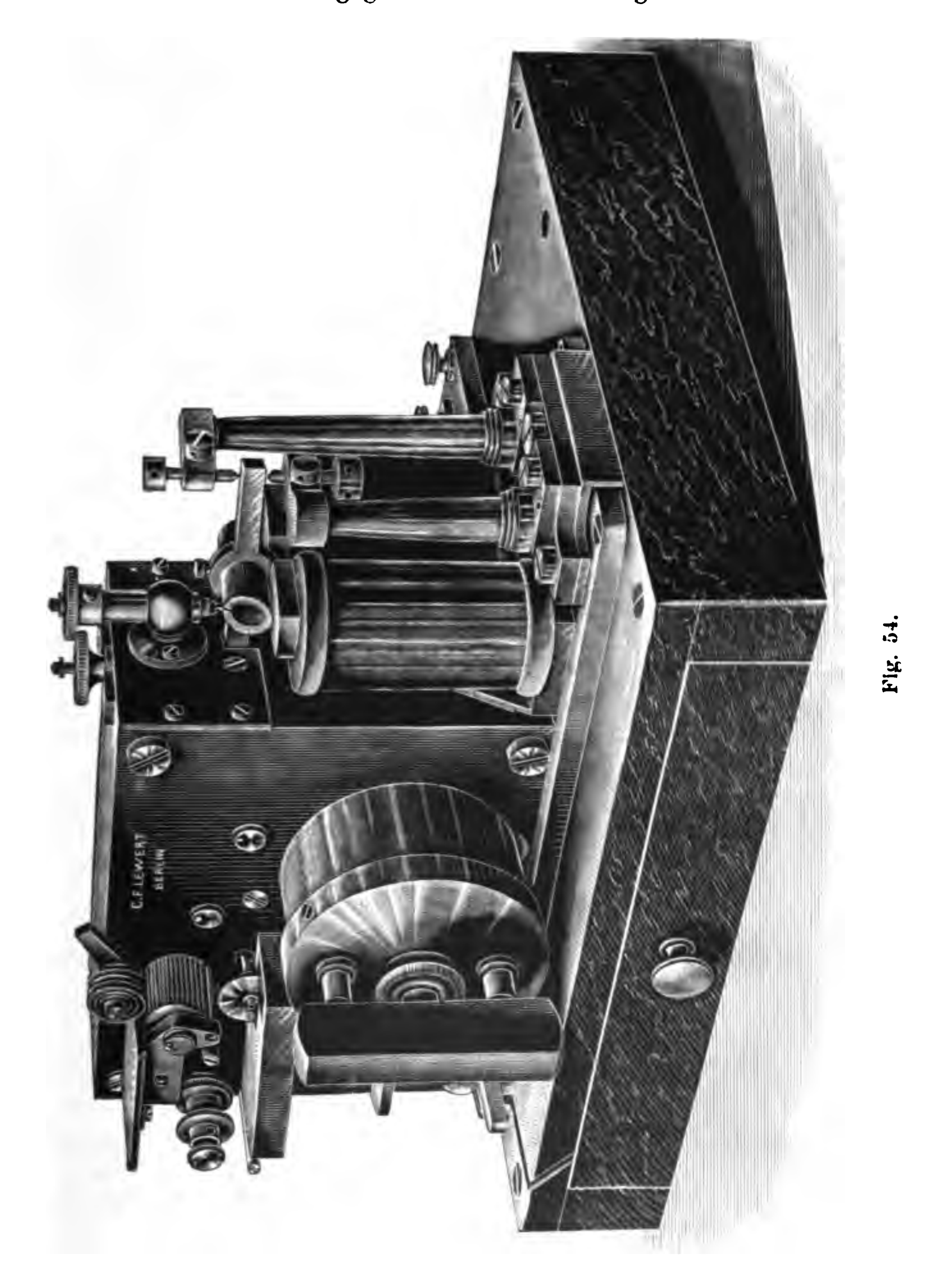


Fig. 54.

walze liegt auf der Papierwalze nicht fest genug auf; die Druckwalzenfeder ist daher anzuspannen.

5. Das Laufwerk kann nicht gehemmt werden. — Die Hemmfeder drückt zu wenig an die Hemmscheibe des Windfanges; sie ist vorsichtig etwas aufzubiegen.

6. Die Zeichen sind verschwommen oder fliessen ineinander ohne Zwischenräume. — Der Schreibapparat läuft aus den unter 1. angegebenen Ursachen zu langsam oder der Schreibhebel und die Anschlagschrauben sind nicht richtig eingestellt, oder in den Elektromagnetkernen ist remanenter Magnetismus vorhanden. Der remanente Magnetismus kann in der Regel dadurch beseitigt werden, dass man den Strom in umgekehrter Richtung durch die Elektromagnetrollen fliessen lässt. Hilft dies nicht, so müssen die Kerne ausgeglüht werden.

7. Die Zeichen sind zerrissen oder bleiben ganz aus. — Der Schreibhebel und die Anschlagschrauben sind nicht richtig eingestellt oder die Reibung in den Achslagern des Schreibhebels ist zu gross, oder die Windungen der Elektromagnetrollen sind zum Teil durch Kurzschluss ausgeschaltet. Die Achslager des Schreibhebels sind zu reinigen und einzuölen. Bei fehlerhaften Elektromagnetrollen ist der Apparat auszuwechseln. Wenn nur eine Spule durch Kurzschluss gestört, die andere aber unversehrt ist, so kann der Betrieb für den Notfall mittelst eines solchen Apparats noch aufrecht erhalten werden; man spricht in diesem Falle von einem hinkenden Elektromagnet.

Auseinandernehmen des Schreibapparats.

Auseinandernehmen des Schreibapparats. Jeder Schreibapparat muss jährlich einmal behufs gründlicher Reinigung vollständig auseinander genommen werden.

Nachdem die Triebfeder vollständig abgelaufen oder auf die schon angegebene Weise abgespannt ist, werden Federtrommel, Messingwinkel mit Druckwalze, Papierwalze, Schreibrädchen und Farbekasten losgeschraubt. Sodann wird die vordere Apparatwange von den Messingcylindern abgeschraubt und vorsichtig mit beiden Händen abgehoben. Hierauf können die Räder und übrigen Teile ohne weitere Vorsichtsmaassregeln herausgenommen oder abgeschraubt werden. Die Reinigung der Apparatteile erfolgt mittelst eines in Petroleum eingetauchten Lappens. Die Reinigung der im Gehäuse zu belassenden Triebfeder geschieht durch Eingiessen von Benzin und Umschütteln so lange, bis das Benzin nicht mehr verunreinigt abfliesst.

Das Wiederzusammensetzen geschieht in umgekehrter Reihenfolge.

c) Die Farbschreiber der russischen, englischen und französischen Telegraphenverwaltung.

Russischer Normal-Farbschreiber.

Der russische Normal-Farbschreiber (Fig. 55). Schreibapparat, Taste, Galvanoskop und Blitzableiter sind auf einem gemeinsamen Grundbrett angeordnet. Die Apparate sind, ausgenommen das Galvanoskop, den in der Deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen nachgebildet. Der Schreibhebel ist ungebrochen, die Taste mit federnden Kontakten versehen, an der linken Seite des Plattenblitzableiters befinden sich zwei Schienen für die Batterie-Zuleitungsdrähte. Das Galvanoskop hat einen senkrecht stehenden, doppelten Drahtrahmen, der mit dem Zeiger verbundene Magnetstab ist durch einen Richtmagnet mittelst der aus dem Gehäusedeckel hervortretenden Stellschraube in die senkrechte Gleichgewichtslage einstellbar. Das Apparatsystem ist auf amerikanischen Ruhestrom geschaltet.

Englischer Farbschreiber.

Der englische Farbschreiber (Fig. 56). Schreibapparat, Galvanoskop und Stöpselumschalter sind auf einem gemeinsamen Grundbrett auf-

gestellt. Die Federtrommel mit der Triebfeder liegt im Innern des Apparatgehäuses, der Schreibhebel ausserhalb desselben. Der für Übertragung

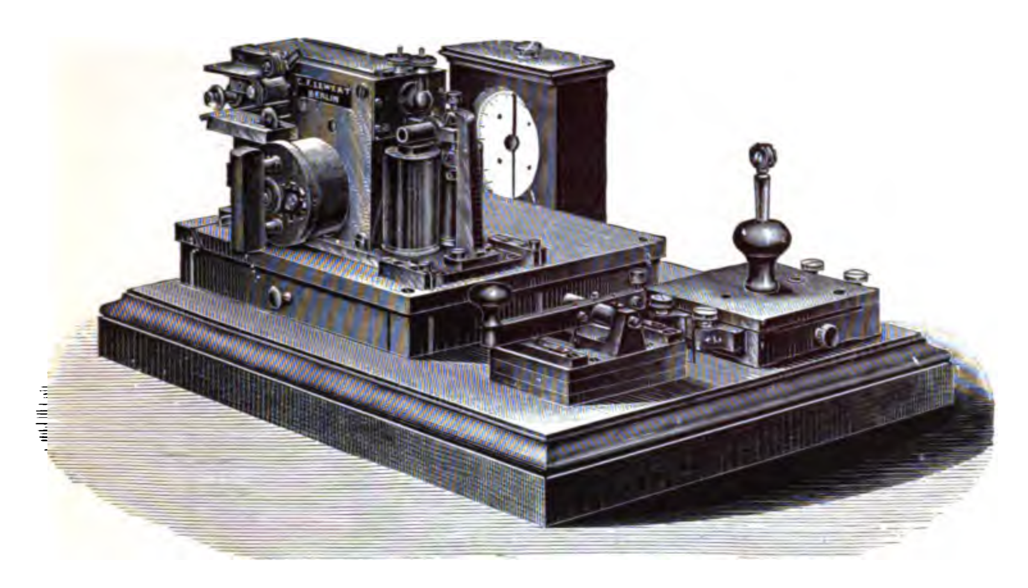


Fig. 55.

eingerichtete Apparat ist mit zwei voneinander und von der Grundplatte isolierten Kontaktständern versehen. Die Papierrolle liegt, wie bei dem im

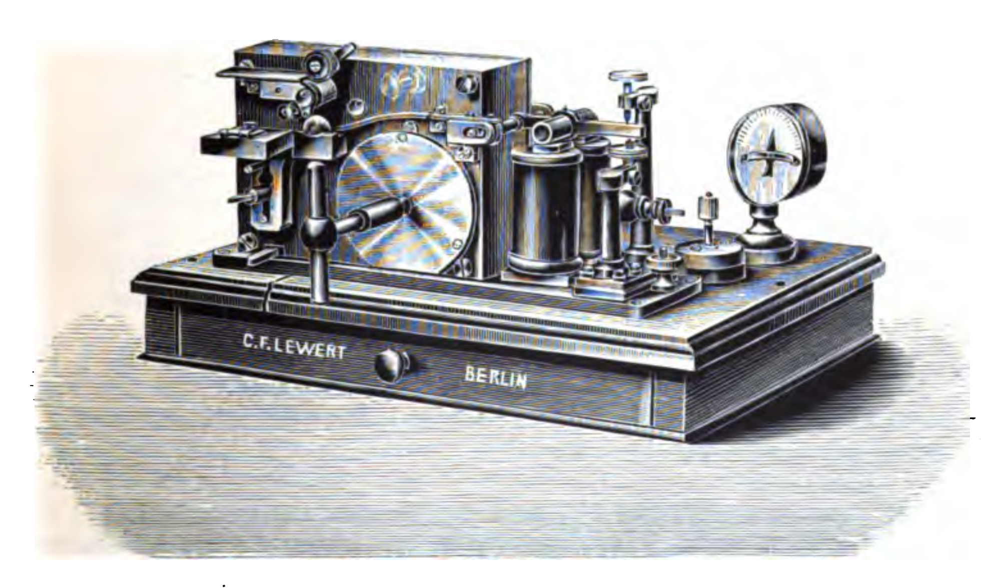


Fig. 56.

Bilde vorgeführten Modell, im Untersatzkasten des Apparats, oder sie bewegt sich zwischen zwei durchbrochenen Metallscheiben, die von einem an der hinteren Apparatwand befestigten Ständer getragen werden.

Französischer Farbschreiber.

Der französische Farbschreiber (Fig. 57). Die Federtrommel befindet sich im Innern, der Schreibhebel ausserhalb des Apparatgehäuses. Das Schreibrädchen entnimmt die Farbe nicht aus einem Farbekasten, sondern von einer Filzrolle.

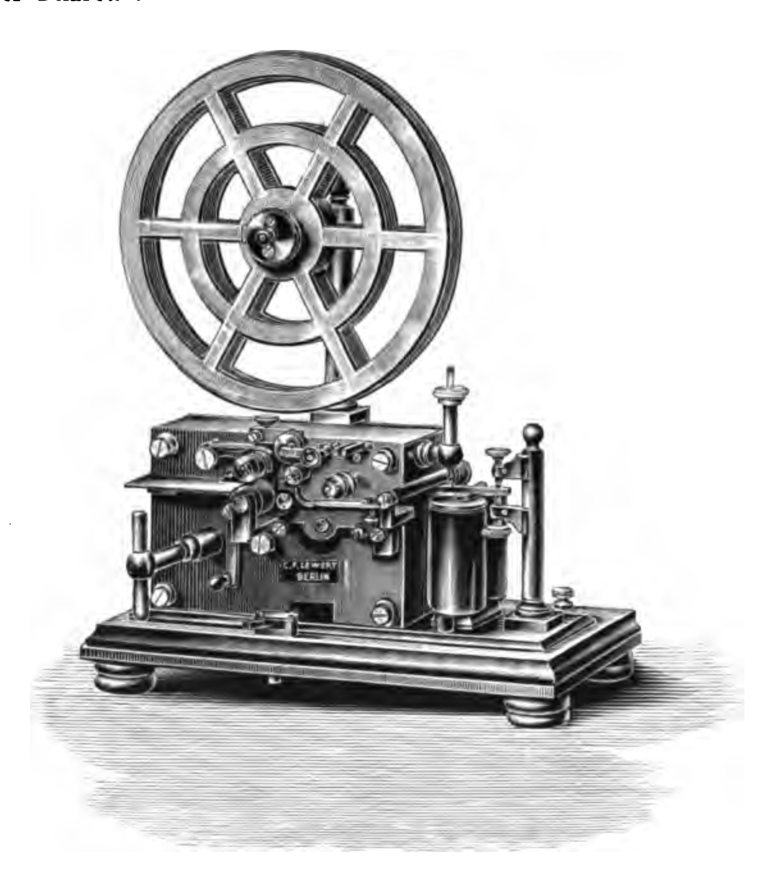


Fig. 57.

d) Der polarisierte Farbschreiber der indo-europäischen Telegraphenlinie.

Für den Betrieb der indo-europäischen Telegraphenlinie kommt ein von Siemens & Halske konstruierter polarisierter Farbschreiber (Fig. 58) zur Verwendung, der sowohl für Handtastenbetrieb als auch für automatische Stromsendung eingerichtet ist.

Der Elektromagnet dieses Farbschreibers besteht aus einer Drahtrolle *D* mit cylindrischem weichen Eisenkern *E*, der zwischen den Apparatwänden drehbar gelagert ist. Auf die aus der Drahtrolle herausragenden Enden des Eisenkerns sind in wagerechter Lage als Polschuhe zwei Eisenstäbe *S* aufgesetzt; ihnen gegenüber befinden sich die Pole eines Hufeisenmagnets *M*, der von oben über den Apparatkasten gesteckt ist und mittelst einer Schraube *s* den Polschuhen des Elektromagnets genähert oder von ihnen entfernt werden kann.

Ein Polschuh ist nach unten zu mit einer Abreissfeder *f* versehen, die durch die Schraube s_1 so reguliert wird, dass sie die Anziehungskraft des Hufeisenmagnets überwindet, wenn kein Strom die Elektromagnetspule durchläuft. Durch die Telegraphierströme werden die Polschuhe des Elektromagnets so polarisiert, dass die magnetische Anziehung verstärkt wird und das Übergewicht über die Kraft der Abreissfeder *f* erlangt.

Wird mit Wechselströmen telegraphiert, so erzeugt der eine Strom, z. B. der positive, die Zeichen, indem er Anziehung bewirkt, der negative Strom

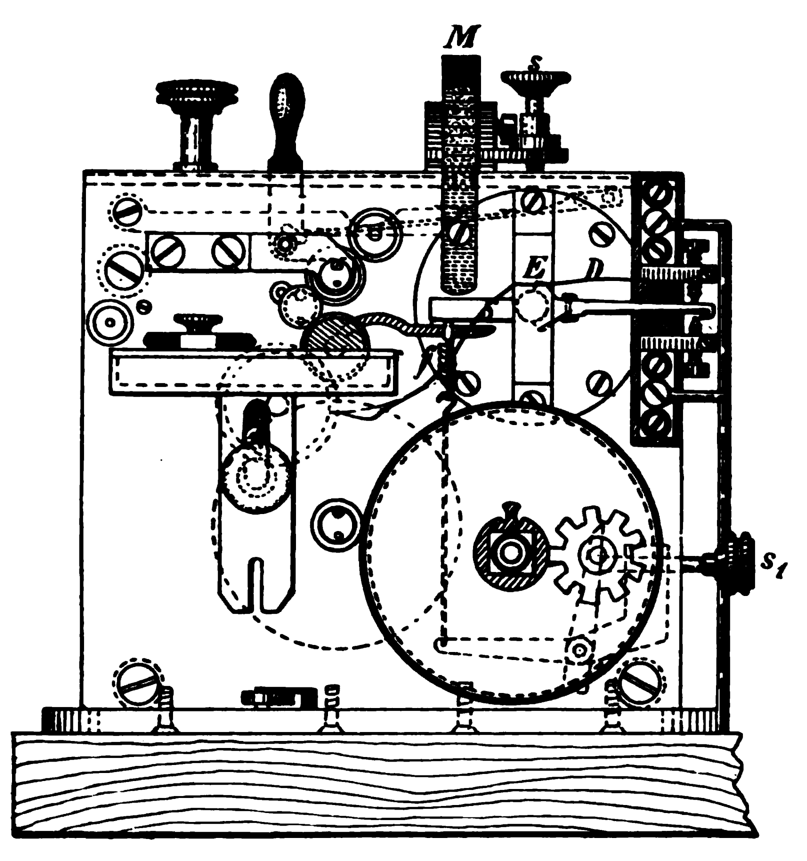


Fig. 58.

dagegen die Zwischenräume, indem er die Wirkung der Abreissfeder verstärkt; die Feder darf dann nicht so stark angespannt sein, dass sie allein die Polschuhe vom Hufeisenmagnet abreissen könnte.

Der Farbschreiber ist mit einer Selbstauslösung versehen, durch welche ermöglicht wird, dass der Beamte nicht ständig anwesend zu sein braucht. Die Selbstauslösung setzt bei Beginn eines Telegramms das Räderwerk in Thätigkeit und hält es wieder an, nachdem das letzte Zeichen auf dem Papierstreifen hinter den Papierwalzen hervorgekommen ist. Weiterhin hat das Triebwerk eine Einrichtung, die eine elektrische Klingel bethätigt, wenn das Laufwerk bald abgelaufen ist. Die Laufgeschwindigkeit kann durch einen einfachen Centrifugalregulator in weiten Grenzen reguliert werden.

II. Nebenapparate.

1. Das Galvanoskop.

Geschichtliches.

Um das Vorhandensein des elektrischen Stromes anzuzeigen, wurde seit Einführung der elektrischen Telegraphie ein Galvanoskop in die Leitung eingeschaltet, dessen Nadel um eine senkrechte Achse schwang. SIEMENS & HALSKE bauten 1849 die ersten Galvanoskope mit horizontaler Achse.

Da die Empfindlichkeit des Galvanoskops mit einfacher Magnetnadel nicht genügend schien, um Isolationsfehler in den unterirdisch verlegten Linien der preussischen Telegraphenverwaltung auffinden zu können, ersetzte man die einfache Nadel bald durch ein in bekannter Weise zusammengestelltes astatisches Nadelpaar, dessen obere Nadel zugleich als Zeiger diente. Als jedoch vom Jahre 1852 ab die unterirdischen Linien zunächst wieder aufgegeben wurden, nahm man statt des astatischen Nadelpaars wieder eine einfache Magnetnadel, auf deren horizontaler Achse zugleich ein Zeiger befestigt war. Ein oberhalb der Nadel angebrachter kleiner Magnet konnte mittelst eines aus dem Kopfe des Gehäuses hervorragenden Knopfes gedreht werden, wodurch sich im Ruhezustande die Nadel auf den Nullpunkt der Kreisteilung einstellen liess.

Eine eigentümlich geformte Nadel enthielt das 1868 für die Kommunalstationen im Norddeutschen Bundesgebiet eingeführte Galvanoskop, das mit unwesentlichen Änderungen dem noch jetzt gebräuchlichen entspricht.

a) Das deutsche Galvanoskop.

Einrichtung.

Auf einem hölzernen Grundbrette (Fig. 59) ist um zwei Messingständer *A* und *B* feiner, mit weisser Seide umsponnener Kupferdraht in etwa 600 wagerecht verlaufenden Umwindungen aufgewickelt. Der Gesamtwiderstand beträgt 15 bis 20 Ohm. Die Umwindungen sind durch zwei dünne Ebonitplatten einerseits vom Grundbrett und andererseits von der oberen, aus Messing bestehenden Abschlussplatte *C* getrennt und gegen äussere Beschädigungen durch einen Überzug von lackiertem Leder geschützt.

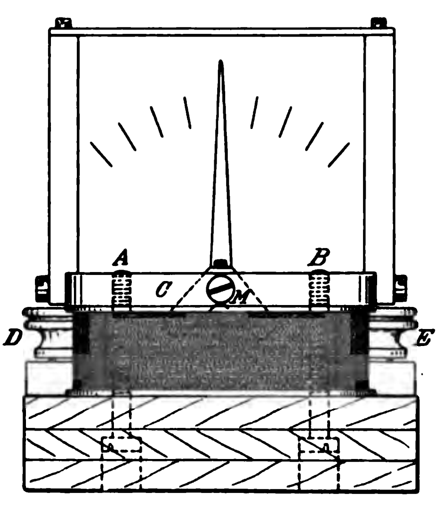


Fig. 59.

Die Enden der Umwindungen sind in Rinnen des Grundbretts nach zwei Messingschienen geführt, welche die Klemmschrauben *D* und *E* zur Befestigung der Leitungszuführungen tragen.

Innerhalb eines Ausschnitts der Messingplatte *C* und in dem von den Umwindungen gebildeten Raume ist der um eine horizontale Achse drehbare zweiarmige Winkelmagnet *M* angebracht. Die Achse ist an beiden Enden konisch zugespitzt; die Spitzen greifen in die koni-

schen Ausbohrungen von zwei durch die Längsseiten der Messingplatte hindurchragenden Schrauben. An dem Winkelmagnet ist senkrecht zu dessen Achse ein aus geschwärztem Messingbleche bestehender Zeiger befestigt. Winkelmagnet und Zeiger befinden sich innerhalb eines Gehäuses, das aus zwei Seitenplatten und einer Deckplatte von Messing sowie aus zwei Glasscheiben besteht. Die hintere Glasscheibe ist in ihrem oberen Teile matt geschliffen und mit Teilstrichen versehen.

Durch die Ablenkung des Zeigers — Galvanoskopnadel genannt — nach rechts oder links wird das Vorhandensein eines Stromes und dessen Richtung, durch die Grösse der Ablenkung die grössere oder geringere Stärke des Stromes ersichtlich gemacht.

Die Enden des Umwickelungsdrahts sind so an die Klemmschienen gelegt, dass beim Durchgang eines Stromes der Zeiger stets nach der Richtung derjenigen Klemme ausschlägt, an welche der Zinkpol der Batterie angelegt ist.

Fehler im Galvanoskop.

F e h l e r i m G a l v a n o s k o p. 1. Der Magnetismus des Winkelmagnets ist geschwächt. — Der Strom wirkt in diesem Falle nur schwach ablenkend; der Zeiger bewegt sich träge. Der Magnet muss herausgenommen und wieder magnetisiert werden; ein kleiner Stahlmagnet genügt für diesen Zweck.

2. Die Umwindungen sind durch Unterbrechung oder Kurzschluss beschädigt. — Bei Unterbrechung wird die ganze Leitung unterbrochen; bei Kurzschluss erfolgt nur schwache Ablenkung der Nadel. Das Galvanoskop ist auszuwechseln.

3. Die Galvanoskopnadel sitzt zeitweise fest. — Die Achslagerschrauben sind neu einzustellen; jedes Einölen der Achslager hat dagegen zu unterbleiben.

b) Die österreichische Amtsbussole (Fig. 60).

Die Magnetnadel schwingt im Innern eines Multiplikatorgewindes *M* von 60 Ohm, das auf einem senkrecht stehenden Holzrahmen aufgewickelt ist,

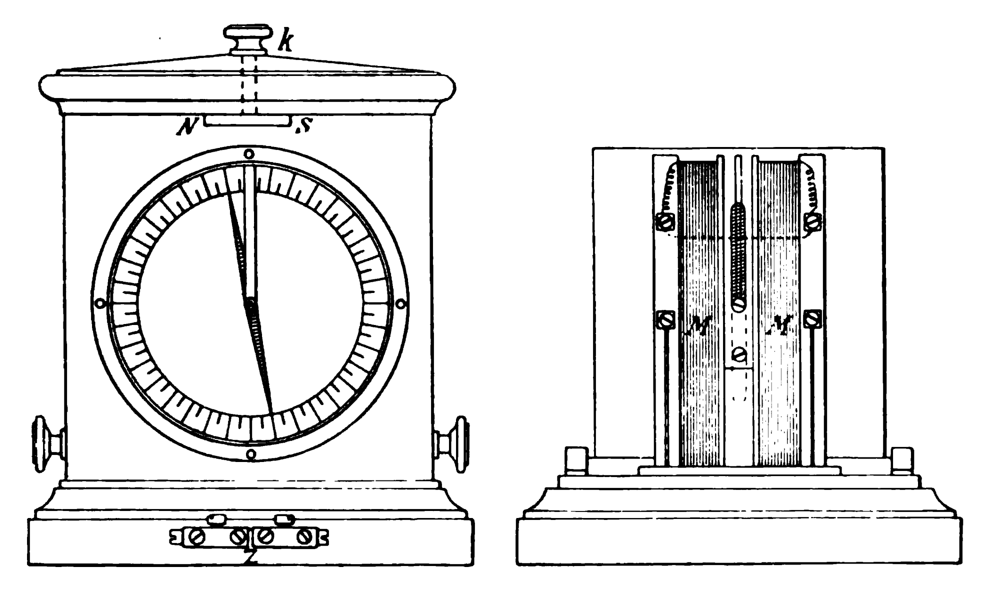


Fig. 60.

um eine horizontale Stahlachse. Auf der Verlängerung der Achse ist ein Zeiger so angebracht, dass er vor eine mit Gradeinteilung versehene Scheibe zu liegen kommt. Die Vorderseite der Bussole ist mit Glas abgeschlossen.

Zum Einstellen des Zeigers auf den Nullpunkt der Gradeinteilung dient ein kleiner, oberhalb der Magnetnadel im Innern des Gehäuses angebrachter Richtmagnet *S*, der mittelst des Knopfes *K* gedreht werden kann.

Die Enden des Umwindungsdrahtes führen an eine Zwillingsklemme *Z*, durch deren Stöpselung die Bussole bei Gewitter und während der Dienstruhe aus der Leitung ausgeschaltet werden kann. Die Bussole ist in einem Gehäuse aus bronziertem Zinkblech untergebracht, welches eine dämpfende Wirkung auf die Schwingungen der Magnetnadel ausübt.

2. Die Stations-Blitzableiter.

Geschichtliches.

Der erste telegraphischen Zwecken dienende Blitzableiter wurde 1846 von Steinheil konstruiert. Dieser liess die Zweige der Leitung auf dem Dache der Telegraphenstation in dicken Kupferplatten enden, die nur durch dünnes Seidenzeug voneinander getrennt waren. Von den Platten führten dünne Drähte zu dem Apparat. Die atmosphärische Elektrizität nahm ihren Weg von dem einen Leitungszweig über die Platten hinweg in den anderen. Sehr bald verbesserte Steinheil den Blitzableiter durch Anbringung einer mit Erde verbundenen dritten Platte zwischen den beiden Leitungsplatten, um so die atmosphärische Elektrizität zur Erde abzuleiten.

Professor Meissner in Braunschweig ersetzte (1849) das Seidenzeug durch einen engen Luftzwischenraum und stellte seinen Blitzableiter (Fig. 61) im Zimmer selbst auf.

Nach dem Steinheilschen Prinzip sind zahlreiche Blitzableiter gebaut worden, die sich teils durch die Form der Teile, zwischen welchen der Funke überspringt, teils durch die Isolierschicht, durch die er überspringt — Seidenzeug, Papier, gewöhnliche oder verdünnte Luft, Alkohol —, teils durch ihre Aufstellung unterscheiden.

Einen Blitzableiter, bestehend aus zwei ganz nahe gegenüberstehenden Kupferspitzen (Fig. 62) gab Meissner 1849 an. Nottebohm schaltete 1853 zwischen die beiden Spitzen einen Doppelkegel, den er mit Erde in Verbindung setzte (Fig. 63). Bréguet wählte als mittleren, mit der Erde ver-

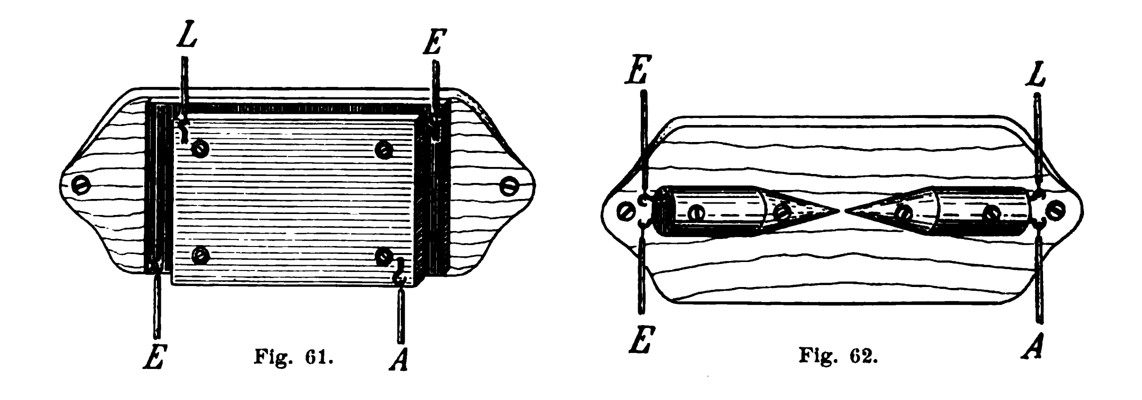


Fig. 61. Fig. 62.

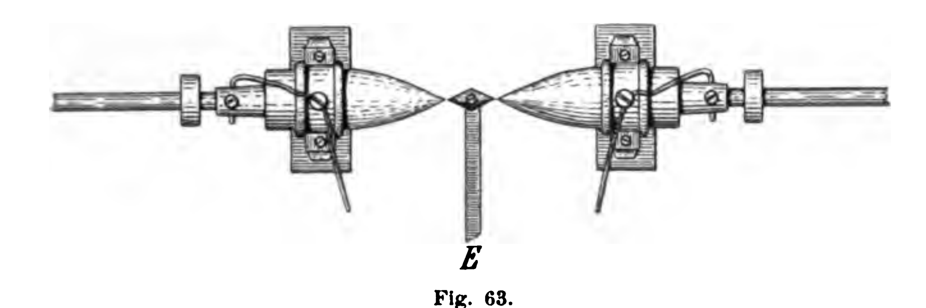


Fig. 63.

bundenen Teil eine breitere, sägeartig gezahnte Platte, der er zwei ebenso geformte Platten gegenüberstellte (Fig. 64). Von den in Frankreich zur Anwendung gekommenen Blitzableitern ist ausser dem BRÉGUETschen die in Fig. 65 skizzierte Vorrichtung bemerkenswert, die aus zwei sich gegenüberstehenden, von einander isolierten Metallschienen besteht, in welche je drei spitz auslaufende Metallkegel geschraubt sind, deren Spitzen bis dicht vor die gegenüberstehende Schiene reichen.

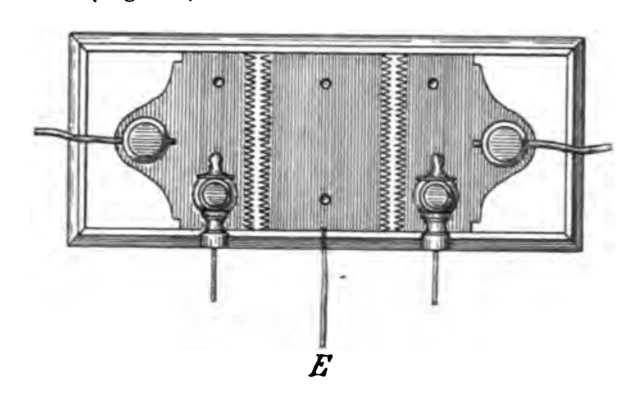


Fig. 64.

Statt der Spitzen führte man in Preussen (1854) hohle Metallcylinder mit kreisförmigen Schneiden ein (Fig. 66); zwischen den Schneiden war ein mit der Erde verbundenes Metallstück angebracht, das an den beiden Seiten ebenso mit kreisförmigen Schneiden versehen war. Bei den grösseren Telegraphenanstalten waren Spitzenblitzableiter besonderer Art in Gebrauch. Sie bestanden aus einer mit der Erde verbundenen Schiene, auf welcher Messingkegel mit Platinspitzen befestigt waren. Diesen gegenüber, und zwar in regulierbarem Abstande von ihnen waren ebensolche Kegel angebracht, zu denen von der einen Seite die Leitungsdrähte, von der anderen die Zuführungsdrähte

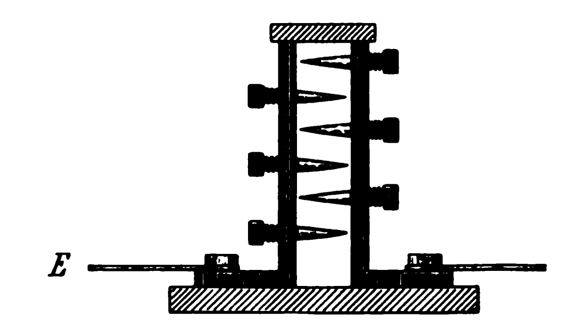


Fig. 65.

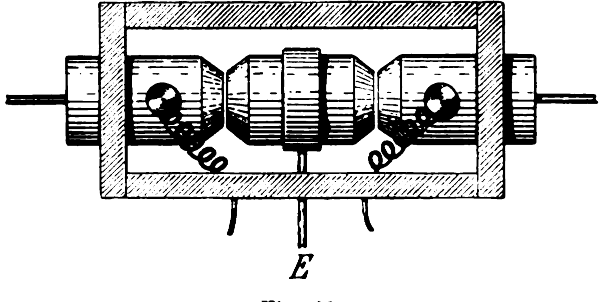


Fig. 66.

von den Apparaten führten. In die Zuführungsdrähte waren Widerstandsrollen aus Neusilberdraht eingeschaltet; sie boten einen weiteren Schutz, indem der feine Draht unter dem Einflusse der atmosphärischen Elektrizität abschmolz.

Durch Verbindung des Platten- mit dem Schneidenblitzableiter konstruierte Elsasser (1866) einen Blitzableiter, bei dem die Leitungen mit zwei gereifelten Metallplatten verbunden wurden, denen gegenüber eine dritte mit Erde verbundene Platte stand, deren Reifelungen senkrecht zu denjenigen der ersteren Platten verliefen. Diese Blitzableiter stimmen mit den jetzt gebräuchlichen Plattenblitzableitern im wesentlichen überein.

Zur Abwendung grösserer Elektrizitätsspannungen von den Kabeln, die man seit 1856 im Innern grösserer Städte sowie durch Tunnels und Flüsse verlegte, wurde jede Kabelader am Anschlusspunkte der oberirdischen Leitung durch einen Stangenblitzableiter geschützt, welcher nach der ihm von Elsasser gegebenen Form einer Doppelglocke aus Kautschuk glich und in seiner Wirkungsweise dem Plattenblitzableiter entsprach.

a) Der deutsche Plattenblitzableiter.

Die Einrichtung der Plattenblitzableiter beruht auf der Eigenschaft der hochgespannten atmosphärischen Elektrizität, einen lufterfüllten Zwischenraum

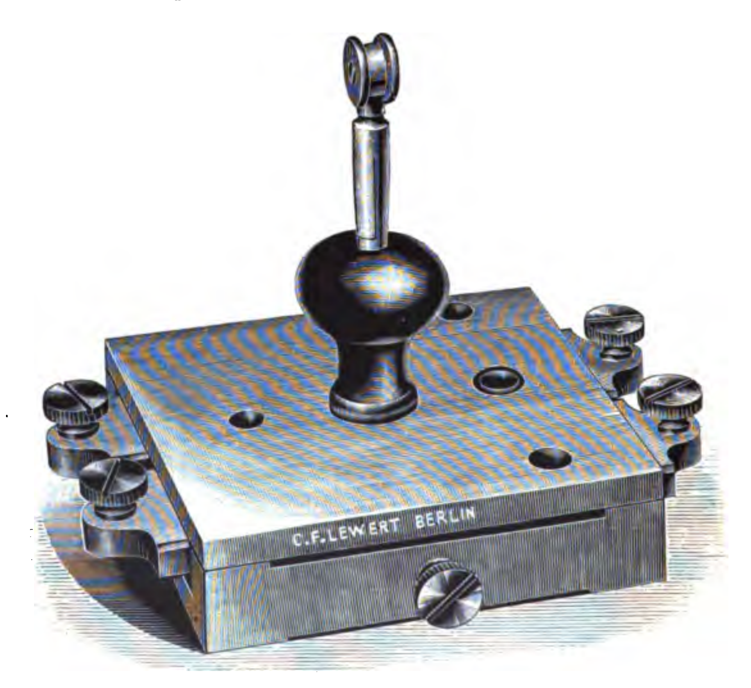


Fig. 67.

zu überspringen, wenn ihr dadurch ein kurzer, gut leitender Weg zur Erde geboten wird. Die zum Telegraphieren benutzten galvanischen Ströme und die Induktionsströme der Fernsprechapparate besitzen diese Eigenschaft nicht, da ihre Spannung nicht hoch genug ist.

Der Plattenblitzableiter (Fig. 67) ist für zwei Leitungen eingerichtet und ermöglicht zugleich, diese mit Hülfe eines Metallstöpsels unmittelbar mitein-

ander, ferner beide einzeln oder gleichzeitig mit der Erdleitung in Verbindung zu bringen.

An einem mit erhöhten Längsseiten versehenen Messingrahmen (Fig. 68), welcher an einer Längsseite eine Klemme zur Befestigung der Erdleitung trägt, sind auf den tiefer liegenden Querseiten die Leitungsplatten *A* und *B* angeschraubt. Zur Isolierung der Leitungsplatten von dem mit Erde verbundenen Messingrahmen sind zwischen diesem und den Platten zwei Ebonitunterlagen eingeschoben und die Befestigungsschrauben mit Ebonithülsen umgeben. Die Leitungsplatten haben auf der oberen Fläche scharf geschnittene Querreifeln, deren obere Kanten sämtlich in derselben Ebene liegen.

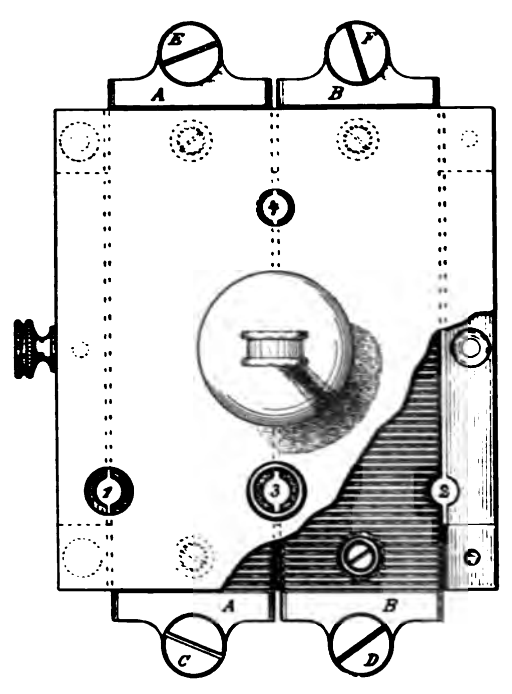


Fig. 68.

Die vorderen an den Leitungsplatten befindlichen Klemmschrauben *C* und *D* dienen zur Befestigung der Apparatzuführungen; an die hinteren Schrauben *E* und *F* werden die Einführungsdrähte der Leitungen angelegt.

An den 4 Ecken des Rahmens sind Erhöhungen angebracht, auf welchen die mit scharf geschnittenen Längsreifeln versehene Messingdeckplatte in einer solchen Höhe ruht, dass die äussersten Kanten ihrer Reifelungen gleich weit und zwar $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm von den oberen Kanten der rechtwinklig dazu laufenden Reifelungen der Leitungsplatten entfernt sind. Die Deckplatte ist durch 3 in entsprechende Löcher des Messingrahmens eingreifende Stellstifte gegen seitliche Verschiebung gesichert. Die Berührungsstellen zwischen Deckplatte und Rahmen müssen zur Erzielung einer gut leitenden Verbindung der Deckplatte mit der Erdleitung des Rahmens stets metallisch rein gehalten werden.

Zur Herstellung der im Plattenblitzableiter auszuführenden Verbindungen dienen ein Stöpsel und die teils in dem Rahmen, teils in den Leitungsplatten befindlichen Stöpsellöcher 1 bis 4 mit den entsprechenden Durchbohrungen der Deckplatte. Der Stöpsel besteht aus einem runden, nach unten kegelförmig verjüngten hohlen Messingstücke, das 1 cm vom Ende ab rechtwinklig zur Achse bis zur Mitte eingeschnitten und von da ab in der Längsrichtung bis auf 1 cm vom Griffe aufgeschnitten ist. Der mittlere Teil des Stöpsels federt infolgedessen, wodurch es möglich wird, den Stöpsel in das hintere Loch 4 der Deckplatte so tief einzudrücken, dass er gleichzeitig die Deckplatte und die beiden darunterliegenden Leitungsplatten sicher berührt. Hierdurch werden also beide Leitungsplatten durch Deckplatte und Rahmen gleichzeitig mit Erde verbunden.

Das vordere mittlere Stöpselloch 3 ist innerhalb der Deckplatte mit einer Ebonithülse ausgefüttert; wird der Stöpsel in dieses Loch eingesetzt, so ver-

bindet er nur die beiden Leitungsplatten miteinander, da er durch die Ebonithülse von Deckplatte und Erdrahmen isoliert bleibt.

Durch Einsetzen des Stöpsels in die vorderen seitlichen Löcher 1 und 2 wird die betreffende Leitungsplatte mit Deckplatte und Rahmen verbunden, der betreffende Leitungszweig also an Erde gelegt.

Der Stöpsel ist oben mit einem flachen Griffe versehen, dessen beide Seiten mit Ebonit belegt sind. Wird er nicht zur Herstellung von Verbindungen gebraucht, so ist er in die Öffnung des Holzknopfes einzustecken, der als Handhabe in der Mitte der Deckplatte sitzt.

Bei grösseren Telegraphenanstalten werden die Plattenblitzableiter auf einer gemeinsamen Erdschiene auf besonderen Pulten oder Gestellen befestigt. Zur Befestigung dient ein Schraubenbolzen mit Mutter, welcher durch eine der Erdklemme gegenüberliegende Öffnung des Messingrahmens hindurchgreift.

Störungen im Plattenblitzableiter.

Störungen im Plattenblitzableiter. 1. Die durch Stöpselung der Löcher 1, 2 und 4 hergestellten Erdverbindungen sind mangelhaft. — Der Erdleitungsdraht ist an der Erdklemme des Rahmens abgebrochen oder nur lose befestigt. Es kann auch die leitende Verbindung zwischen Deckplatte und Rahmen durch Schmutz unterbrochen, oder der Stöpsel so abgenutzt sein, dass er keinen sicheren Schluss mehr herstellt. Die Verbindung an der Erdklemme ist ordnungsmässig wieder herzustellen, die Berührungsflächen zwischen Deckplatte und Erdrahmen sind zu reinigen, der Stöpsel ist durch einen neuen zu ersetzen.

2. Fremde leitende Körper, wie Schrauben und Drahtenden, sind zwischen Leitungsplatte und Deckplatte geraten. — Es tritt in dem einen oder anderen Leitungszweig Erdschluss auf, oder beide Leitungszweige kommen miteinander und der Erde in Berührung, wodurch das Amt aus der Leitung ausgeschaltet wird. Die Fremdkörper sind zu entfernen.

3. Die Leitungsplatten und die Deckplatte sind infolge von Blitzschlägen zusammengeschmolzen. — Die Schmelzstellen führen Erdschluss herbei. Das geschmolzene Metall ist nach Abnahme der Deckplatte zu entfernen.

b) Der Matzenauersche Seidenbandblitzableiter (Fig. 69).

Bei diesem von dem k. k. österreichischen Telegraphendirektionsrate Matzenauer angegebene Blitzableiter wird die Leitung von der Blitzableitererde nur durch ein dünnes Seidenband getrennt. Der Blitzableiter besteht aus einer mit Erde verbundenen Messingwalze von 3 cm Durchmesser, welche um ihre Längsachse drehbar auf einem Grundbrette befestigt ist. Über die Messingwalze ist ein Seidenband gelegt; seitlich von der Walze befinden sich paarweise angeordnete Messingklemmen, an welche die Aussenleitungen und Zuführungsleitungen zu den Apparaten herangeführt werden. Auf den Klemmen sind starke Neusilberfedern befestigt, die über die Walze hinausgreifen und federnd auf das Seidenband drücken. Dem Telegraphierstrome wird durch das Seidenband der Weg zur Erde abgeschnitten, bei einer Gewitterentladung jedoch durchschlägt die atmosphärische Elektrizität das Seidenband und findet dann aus der Leitung einen Weg über die Messingklemme, die Neusilberfedern und die Messingwalze zur Erde.

Sobald eine atmosphärische Entladung das Seidenband durchschlagen hat, wird dieses mittelst eines Rollensystems etwa um 2 mm weitergezogen,

wodurch ein unversehrtes Stück Band zwischen Leitung und Erde eingeschaltet wird. Für jede Leitung ist ein besonderes Band vorhanden, das für 100 Blitzschläge ausreicht. Der Blitzableiter besitzt ferner für jede Leitung eine der Leitungsschiene gegenüberstehende, mit Erde verbundene Messingspitze.

Dieser Blitzableiter ist einer der am sichersten wirkenden, da die Schlagweite für den elektrischen Funken nur von der Dicke des Seidenbandes ab-

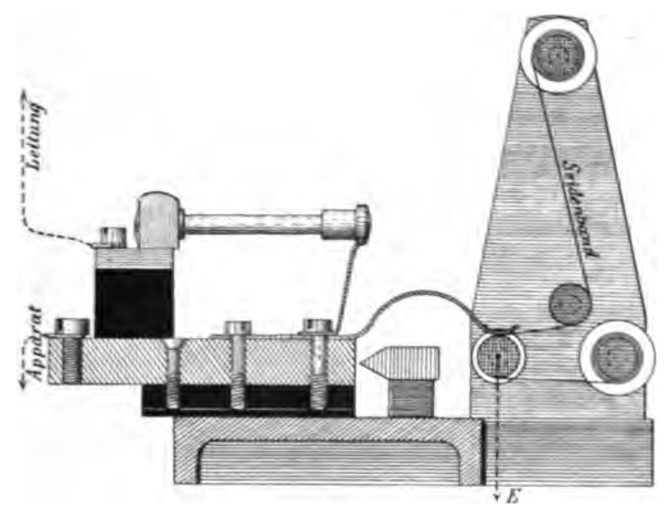


Fig. 69.

hängt. Der Blitzableiter erlaubt die Fortsetzung der Korrespondenz auch während eines Gewitters, zumal das Weiterziehen des durchschlagenen Seidenbandes auch während des heftigsten Gewitters gefahrlos stattfinden kann.

Der Seidenbandblitzableiter findet in der österreichischen Telegraphenverwaltung bei grösseren Stationen ausgedehnte Anwendung.

3. Die Stangenblitzableiter.

Der Stangenblitzableiter dient an den Stellen, an welchen Kabelleitungen mit oberirdischen Leitungen verbunden sind, zum Schutze der Kabel gegen das Eindringen atmosphärischer Elektrizität. Er stellt eine dem besonderen Zwecke angepasste Form des Plattenblitzableiters dar. In der Reichs-Telegraphie sind zwei Formen gebräuchlich: Einfach- und Vielfach-Stangenblitzableiter.

a) Einfach-Stangenblitzableiter neuerer Form mit doppeltem Deckel (Fig. 70 u. 71).

Zwei Ebonitglocken *A* und *B*, von denen die äussere *A* auf der kreisförmigen Kopffläche die mit Reifeln versehene messingene Leitungsplatte *C* trägt, sind unter Verwendung von Gummizwischenlagen durch einen Dorn, welcher mit einem Schraubengewinde in die Leitungsplatte eingreift, an-

einander gepresst. An dem aus der Doppelglocke hervorragenden unteren Ende des Dornes sitzt eine Klemmschraube zur Aufnahme der Leitungszuführung.

Ein starker Messingring *D* umfasst den Kopf der äusseren Ebonitglocke und ist mit drei Schrauben an ihm befestigt. Auf dem mit der Erdleitung in Verbindung stehenden Messingringe ruht die an der Unterseite mit kreisförmigen Reifeln versehene Erdplatte *E*, von der Leitungsplatte durch einen Luftzwischenraum getrennt. Mit ihrem nach unten vorspringenden Rande greift die Erdplatte etwas über den Messingring hinweg, so dass seitliche Verschiebungen ausgeschlossen sind.

Den Abschluss bildet die messingene Deckelkapsel *F*, welche mittelst Bajonettverschlusses auf dem Messingringe befestigt wird und mit ihrer Mitte

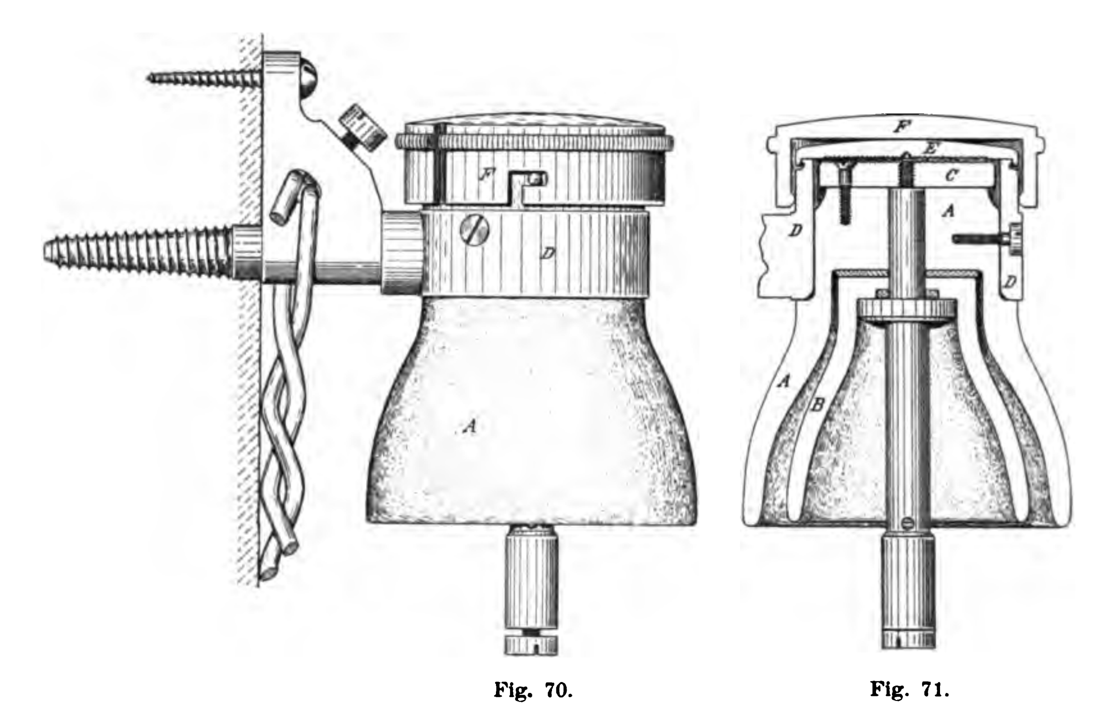


Fig. 70. Fig. 71.

sich auf die nach oben leicht gewölbte Erdplatte legt. Die Deckelkapsel berührt den Messingring nur mit dem nach innen vorspringenden, an mehreren Punkten seines Umfanges aber unterbrochenen Rande, sodass zwischen Deckel, Erdplatte und Messingring ein mit der äusseren Luft in Verbindung stehender Hohlraum geschaffen wird. Auf der Erdplatte sich etwa niederschlagendes Wasser kann also leicht ablaufen.

Zur Befestigung des Stangenblitzableiters dient ein am Messingringe befindlicher kräftiger Ansatz aus Messing, der in einer Holzschraube endigt und noch durch ein dreieckiges Messingstück verstärkt wird. Das dreieckige Verstärkungsstück enthält eine ovale Bohrung zur Aufnahme der Erdleitungsdrähte, welche mittelst einer Schraube, die zwischen die Drähte greift, eingeklemmt werden. Nach dem Einschrauben des Ansatzendes legt sich das Verstärkungsstück gegen die Stange und wird daran durch eine in seinen oberen Teil eingreifende Holzschraube unmittelbar festgelegt.

Ältere Form mit einfachem Deckel. Die zwischen Deckel und Leitungsplatte eingelegte besondere Erdplatte ist nicht vorhanden. Der an der Innenfläche mit konzentrischen Reifeln versehene Kapseldeckel bildet selbst die Erdplatte. Kapsel und Messingring sind von der Leitungsplatte durch einen kleinen Luftzwischenraum getrennt; dagegen schliesst die Kapsel an den Messingring dicht an.

Ältere Form mit einfachem Deckel.

Fehler im Einfach-Stangenblitzableiter. 1. Bei der älteren Form können sich infolge von Luftfeuchtigkeit und Temperaturwechsel Wasserbläschen zwischen Leitungsplatte und Erdplatte bilden, wodurch Erdschluss entsteht. — Die Fehlerursache ist durch Reinigen und Trocknen der Flächen zu beseitigen. Bei der neueren Form ist eine Ansammlung von Feuchtigkeit zwischen der Leitungsplatte und der Erdplatte kaum möglich.

Fehler im Einfach-Stangen-blitzableiter.

2. Leitungs- und Erdplatte sind infolge von Blitzschlägen zusammengeschmolzen. — Der verursachte Erdschluss ist durch Entfernung der Metallschmelze zu beseitigen.

b) **Der Vielfach-Stangenblitzableiter** von C. F. Lewert.

Er wird in zwei Typen, für 7 und für 14 Kabelleitungen hergestellt. Die Fig. 72 u. 73 veranschaulichen einen solchen für 14 Leitungen.

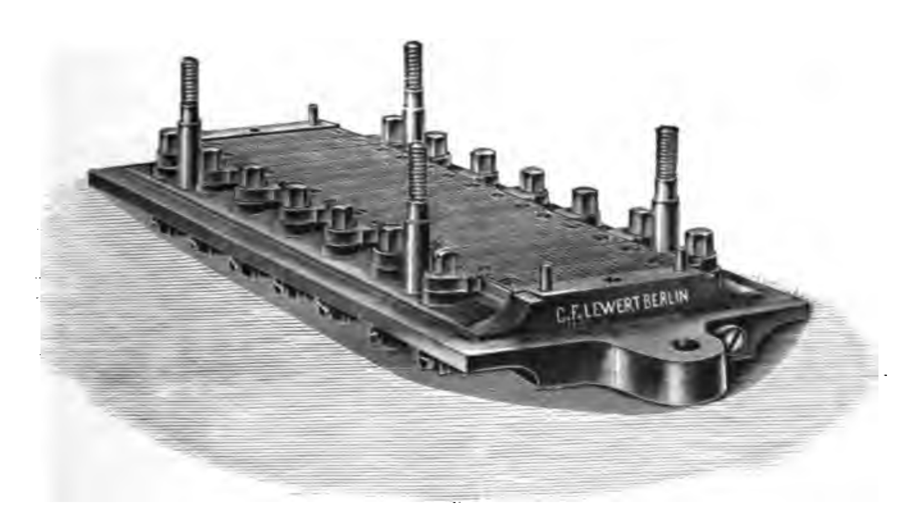


Fig. 72.

Auf einer gusseisernen Grundplatte sind 14 parallele, oben gereifelte, messingene Leitungsschienen isoliert befestigt. Mit diesen Schienen verbunden sind die in den Figuren unterhalb der Grundplatte sichtbaren, isoliert nach aussen geführten Klemmen, an welche die oberirdischen Zuführungsleitungen wechselseitig angelegt werden. Als Erdplatte dient eine Deckplatte aus Messing, welche auf der Innenseite gereifelt ist und mit ihren beiden Wangen auf die an der rechten und linken Seite der Grundplatte befindlichen Ansätze (mit Stiften) gelegt und mittelst Schrauben festgeschraubt wird. Die Deckplatte, deren Reifelungen quer zu den Reifelungen der Leitungsschienen laufen, steht von den letzteren 0,1 mm ab. Das Ganze wird durch einen gusseisernen

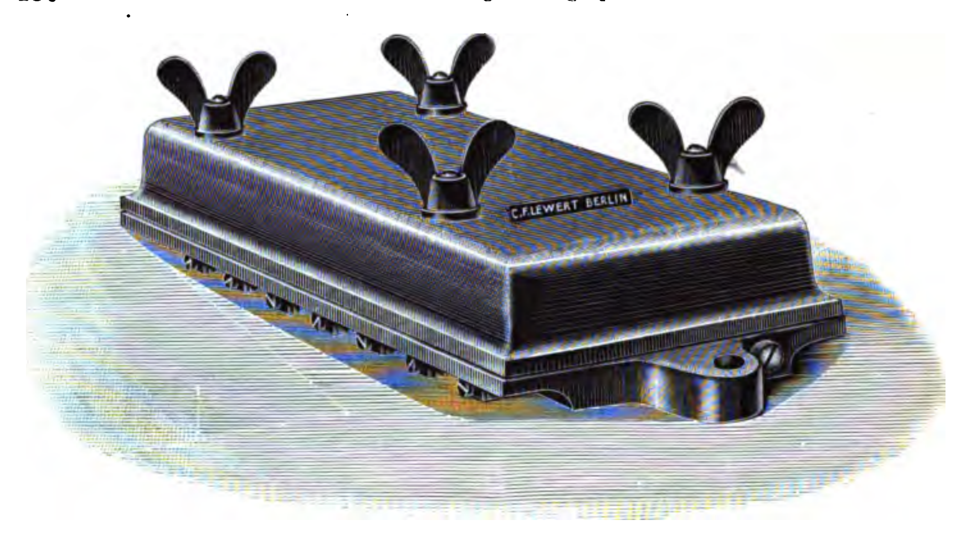


Fig. 73.

Deckel abgeschlossen, der in seiner Auflagefläche eine Nut mit einer Gummiliderung enthält. Mittelst 4 Flügelmuttern wird der Deckel fest auf die Grundplatte gepresst, so dass das Innere gegen das Eindringen von Regen, fremden Körpern u. s. w. vollkommen abgedichtet ist.

Die an dem einen Ende der Grundplatte angegossene Öse dient zum Aufhängen des Blitzableiters, die Erdleitung wird mittelst einer Schraube am gegenüberliegenden Ende angeklemmt.

Gegen Stromableitungen durch Niederschläge, welche sich aus der innerhalb des Blitzableiters etwa enthaltenen feuchten Luft zwischen den Blitzableiterplatten bilden könnten, schützt die Konstruktion, indem bei Temperaturerniedrigung die der Aussenluft ausgesetzten gusseisernen Teile zuerst erkalten und die Feuchtigkeit sich auf diese, nicht aber auf die Blitzableiterplatten niederschlägt.

Eine vom Blitz etwa beschädigte Leitungsschiene oder Blitzplatte ist nach Abschrauben des Deckels leicht auszuwechseln, ohne dass die ganze Vorrichtung abgenommen zu werden braucht.

c) Der Gattingersche Kohlenplatten-Blitzableiter von Siemens & Halske.

Er besteht aus einer Anzahl dünner, viereckiger Kohlenplatten, welche so übereinander gelagert sind, dass stets die eine Kohlenplatte durch drei dünne Glimmerstreifen von der anderen isoliert ist.



Fig. 74.

Bei dem Blitzableiter für zwei Leitungen (Fig. 74) sind 30 Kohlenplatten verwendet, von welchen für jede Leitung 10 Stück und für die Erdleitung gleichfalls 10 Stück vorgesehen sind. Die Anordnung ist derart getroffen, dass die 10 Kohlenplatten der Leitung 1 auf der einen Seite, die 10 Kohlenplatten der Leitung 2 auf der anderen Seite über die

übrigen Platten hervorstehen und je 1 Gruppe bilden. Das Gleiche ist mit den 10 Kohlenplatten für die Erdleitung der Fall. Zwischen je 2 Leitungsplatten liegt immer eine Erdplatte. Die Platten jeder Gruppe sind durch Messingfedern unter sich verbunden und stehen mit den Klemmen für die Leitungen bezw. für die Erdleitung in Berührung.

Bei der grossen wirksamen Oberfläche, welche die 10 Kohlenplatten jeder Leitung mit den 10 Kohlenplatten der Erdleitung bilden, und ihrem geringen Abstande voneinander erreicht der Apparat trotz seiner kleinen Abmessung eine bedeutende Empfindlichkeit.

4. Die Umschalter.

Die Umschalter dienen zur Vornahme der im Betrieb erforderlich werdenden Veränderungen in den Stromwegen.

Als Umschalter verwendete man zuerst bewegliche Drähte, welche durch Eintauchen in Quecksilbernäpfchen die Verbindungen herstellten. Später wurden die beweglichen Drähte durch federnde Metallstreifen ersetzt, welche den Wechsel der verschiedenen Stromwege mittelst Kurbeln herzustellen gestatteten. Seit 1853 haben Umschalter Verwendung gefunden, bei welchen man die zu den einzelnen Stromwegen führenden Metallschienen durch Einsetzen von Metallstöpseln in die dazu vorhandenen Löcher miteinander verbinden konnte.

Die jetzt gebräuchlichen Umschalter bestehen allgemein aus einem Systeme von grösseren oder kleineren Metallschienen, welche isoliert voneinander auf Holzrahmen oder Grundbrettern befestigt sind, und von denen eine jede mit Hülfe von Metallstöpseln oder Metallkurbeln mit einer oder mehreren der übrigen Schienen in leitende Verbindung gebracht werden kann. Es genügt eine Besprechung der in der Reichstelegraphie zur Verwendung kommenden Umschalter, welche mit römischen Ziffern bezeichnet werden.

Die Umschalter für oberirdische Leitungen.

Umschalter I.

Der Umschalter I (Fig. 75) dient als Linienumschalter für mehrere, und zwar bis zu 12 Leitungen.

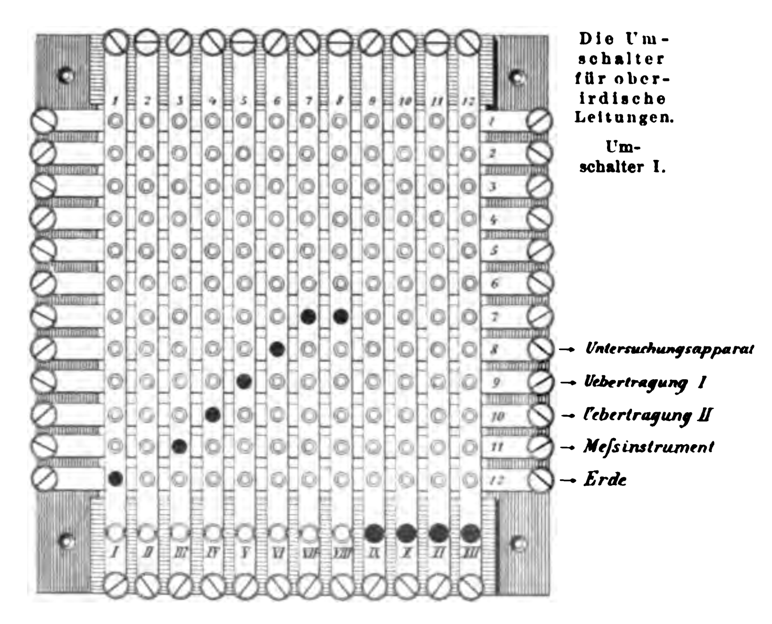


Fig. 75.

12 parallele Messingschienen mit Klemmschrauben an beiden Enden sind durch Zwischenräume voneinander getrennt auf einen Holzrahmen aufgeschraubt. Oberhalb dieser Schienen sind, sie unter rechtem Winkel kreuzend, zwölf weitere parallele Messingschienen etwa 15 mm hoch über der unteren Lage angebracht. Die Schienen dieser Gruppe — Leitungsschienen — sind nur an dem

oberen Ende mit Klemmschrauben für die Leitungszuführungen versehen, das untere Ende hat einen halbkreisförmigen Ausschnitt. Diesen Enden gegenüber sind die kurzen Apparatschienen I bis XII, mit ebenfalls halbkreisförmigen Ausschnitten und an der abgekehrten Seite mit Klemmschrauben für die Apparatzuführungen versehen, befestigt. An den Kreuzungsstellen sind die oberen und unteren Schienen derart durchbohrt, dass durch Einsetzen von Messingstöpseln in die konischen Bohrlöcher jede einzelne Schiene der einen Gruppe mit jeder der zwölf Schienen der anderen Gruppe leitend verbunden werden kann. Zu jedem Umschalter gehören 13 Messingstöpsel, deren unterer cylindrischer Teil der Länge nach aufgeschlitzt ist und dadurch federt. Der abgeflachte Kopf der Stöpsel ist beiderseits mit Ebonit belegt. Bei Normalstellung stecken die Stöpsel in den durch die halbkreisförmigen Ausschnitte gebildeten Löchern, wobei sie die Leitungsschienen mit den Apparatschienen verbinden.

Bei der in Fig. 75 durch Schwarzzeichnung angegebenen Stöpselstellung sind:

Leitung 1 mit Erde verbunden,
Leitung 2 isoliert,
Leitung 3 auf Messinstrument geschaltet,
Leitung 4 und 5 auf ein Übertragungssystem gelegt,
Leitung 6 auf Untersuchungsapparat geschaltet,
Leitung 7 und 8 unmittelbar miteinander verbunden,
Leitung 9 bis 12 auf die zugehörigen Apparate geschaltet.

Umschalter II.

Der Umschalter II (Fig. 76) dient als Linienumschalter für kleinere Telegraphenanstalten; er ist für 6 Leitungen eingerichtet.

Auf einem hölzernen Grundbrette befinden sich zwischen zwei Längsschienen *U* und *E* sechs Gruppen von je 2 Querschienen 1 und I, 2 und II bis 6 und VI. Die Längsschienen bestehen aus je zwei gleich langen Teilen, welche für gewöhnlich durch Messingschrauben leitend verbunden sind. Die Schienen 1 bis 6 sind Leitungsschienen, die Schienen I bis VI Apparatschienen. Die Querschienen haben an jeder Schmalseite halbkreisförmige, sich nach unten verjüngende Ausschnitte, denen gleichartige Ausschnitte der Längsschienen gegenüberstehen. Gleichartige Ausschnitte ferner sind in der Mitte an den einander zugekehrten Längsseiten der zu einer Gruppe gehörigen Querschienen angebracht. 8 Messingstöpsel, welche aus einem runden, unten konisch zugehenden Messingsstücke mit scheibenförmigem Kopfe bestehen, dienen zur Ausführung der Verbindungen; nicht in Gebrauch befindliche Stöpsel werden in die Löcher des Grundbretts eingesteckt.

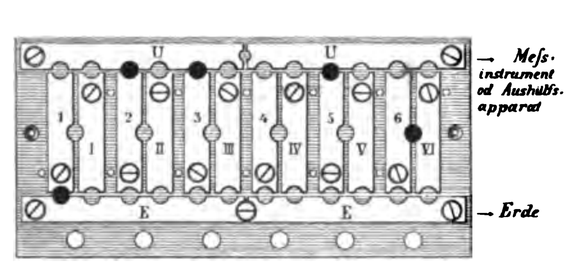


Fig. 76.

Bei der in Fig. 76 durch Schwarzzeichnung der Stöpsellöcher angegebenen Stöpselstellung ist:

Leitung 1 mit Erde verbunden,
Leitung 2 mit Leitung 3 unmittelbar verbunden,
Leitung 4 isoliert,

Leitung 5 auf Messinstrument oder Aushülfsapparat geschaltet,
Leitung 6 in Normalstellung mit dem zugehörigen Apparate verbunden.

Die Längsschiene *U* ist, um diese Verbindung möglich zu machen, durch Herausnahme der Verbindungsschraube geteilt worden.

Umschalter III.

Der Umschalter III (Fig. 77) dient zum Schliessen und Unterbrechen eines Stromkreises oder zum Ein- und Ausschalten eines Apparats. Er besteht aus zwei auf einem hölzernen Grundbrette befestigten Messingschienen, welche in der Mitte der Längsseiten einen halbkreisförmigen Ausschnitt zur Bildung des Stöpsellochs haben.



Fig. 77.

Soll der Umschalter zum Schliessen und Öffnen des Stromkreises dienen, so wird ein Leitungszweig an die eine, der andere Leitungszweig an die andere Schiene gelegt. Durch Einsetzen eines Messingstöpsels wird der Stromkreis geschlossen. Bei Benutzung des Umschalters als Ausschalter werden die Zuführungsdrähte des Apparats an zwei nebeneinander liegende Klemmen gelegt und die Klemmen an den entgegengesetzten Schienenenden mit den beiden Zweigen des Stromkreises verbunden. Bei eingesetztem Stöpsel ist der Apparat kurz geschlossen, also ausgeschaltet.

Umschalter IV.

Der Umschalter IV (Fig. 78) besteht aus 3 parallelen Messingschienen mit 2 durch halbkreisförmige Ausschnitte gebildeten Stöpsellöchern. Er wird zur Verbindung einer an die Mittelschiene gelegten Leitung mit einem von der rechten oder linken Schiene ausgehenden Stromwege benutzt.

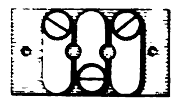


Fig. 78.

Umschalter V.

Der Umschalter V, ein Kurbelumschalter, dient demselben Zwecke wie der Umschalter IV.

Neuere Bauart (Fig. 79). — Auf einem hölzernen Grundbrette sind zwei Messingschienen befestigt, die an ihren einander zugekehrten Enden je eine in ihrem oberen Teile etwas ansteigende Blattfeder tragen. Den Blattfedern gegenüber ist an der anderen Längsseite des Grundbretts eine Messingschiene mit Zuführungsklemme angebracht, welche die Umschaltekurbel aus Messing trägt. Zwischen Kurbel und Messingschiene ist zur Erzielung einer sicheren Verbindung eine kleine Spiralfeder befestigt. Der als Handhabe dienende Ebonitknopf ist auf das durch die Kurbel hindurchgehende Ende einer Schraube aufgedreht, deren stark vorspringender Kopf in der Mittellage isoliert bleibt, beim Aufschieben auf eine der Blattfederklinken aber einen sicheren Stromschluss zwischen der an der Kurbelklemme liegenden Leitung und dem an die betreffende Blattfederklemme geführten Stromwege herstellt. Für Umschalter V, die in Stadt-Fernsprecheinrichtungen mit Induktionsweckbetrieb zur Verwendung kommen, wird ein hölzerner Schutzkasten geliefert, der nur den Handgriff der Kurbel durch einen Ausschnitt hervortreten lässt, die Metallteile aber vollständig bedeckt.

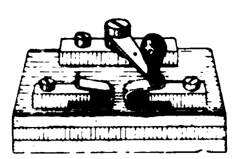


Fig. 79.

Ältere Bauart. — An Stelle der Blattfederklinken sind bei der alten Bauart gewöhnliche Messingklinken mit einander zugekehrten abgeschrägten Enden in je einer Messingschiene drehbar eingelagert. Die Klinken werden durch Spiralfedern gegen zwei in die Grundplatte eingesetzte Stifte gezogen. Wird die Kurbel gegen eine Klinke geschoben, so gleitet der an der unteren

Fläche der Kurbel befindliche Schraubenkopf längs der schrägen Fläche der Klinke hin, drückt diese hierdurch zurück und springt zuletzt in den hinter dem Anfangspunkte der Abschrägung angebrachten Ausschnitt. Die Spiralfeder presst die Klinke gegen den Schraubenkopf der Kurbel.

Umschalter VI.

Der Umschalter VI (Fig. 80) wird hauptsächlich bei Trennstellen in Ruhestromleitungen benutzt. Er besteht aus zwei Paar parallelen Messingschienen; das kürzere Paar ist senkrecht zu dem längeren Paare auf dem hölzernen Grundbrette befestigt. Durch halbkreisförmige Ausschnitte zwischen den inneren Längsseiten der beiden Schienenpaare, sowie zwischen der äusseren Längsseite der einen langen Schiene und den Schmalseiten der kurzen Schienen werden 4 Stöpsellöcher gebildet.

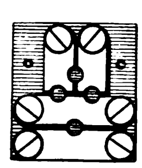


Fig. 80.

Der Umschalter VIa wird ebenfalls bei Trennstellen in Ruhestromleitungen benutzt. Seine Einrichtung weicht von der des Umschalters VI nur darin ab, dass die dem kürzeren Schienenpaare zunächst gelegene längere Schiene in der Mitte geteilt ist.

Umschalter VII.

Der Umschalter VII (Fig. 81) findet hauptsächlich bei Trennstellen in Arbeitsstromleitungen und für Übertragungsschaltungen Anwendung. Er besteht aus 6 Messingschienen, die in zwei Gruppen zu je drei nebeneinander auf einem hölzernen Grundbrett angeordnet sind, und hat 7 Stöpsellöcher. Zur Herstellung der Verbindungen dienen 3 Stöpsel.

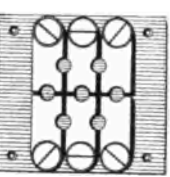


Fig. 81.

Umschalter VIII.

Der Umschalter VIII (Fig. 82), Stromwender genannt, dient zur Umkehrung der Stromrichtung in einem Apparat oder in einem bestimmten Teile des Stromkreises. Er besteht aus 4 Messingschienen und hat 4 Stöpsellöcher, zu welchen 2 Stöpsel gehören. Wenn in die schwarz ausgefüllten Löcher Stöpsel eingesetzt werden, so durchläuft der Strom den punktierten Stromweg in der Richtung des einfachen Pfeiles, bei Stöpselung der weissen Löcher nimmt der Strom die umgekehrte, durch den gefiederten Pfeil bezeichnete Richtung an.

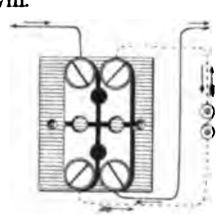


Fig. 82.

Kabelumschalter.

Die Kabelumschalter. Die Leitungen der deutschen unterirdischen Telegraphenlinien werden in den Ämtern an besondere Umschalter — Kabelumschalter — gelegt. Diese bestehen, ähnlich wie der Linienumschalter I, aus einer Anzahl sich unter einem rechten Winkel kreuzender Längs- und Querschienen, welche an den Kreuzungspunkten zur Aufnahme der Verbindungsstöpsel durchbohrt sind. Die Stöpsel haben die gleiche Einrichtung wie die der Umschalter I. Die Kabelumschalter sind durch Holzkasten mit verschliessbarem Schiebedeckel mit Glasscheibe gegen das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit geschützt. Die stromführenden Teile sind mit besonderer Sorgfalt isoliert; der Rahmen, auf welchem die Querschienen ruhen, und die auf die kürzeren Seiten des Rahmens aufgesetzten Leisten, die zur Befestigung der Längsschienen dienen, sind deshalb aus Hartgummi hergestellt. Der Hartgummirahmen selbst ist durch 4 Hartgummisäulen von dem Grundbrette getrennt.

Als Erdleitung für die Kabelumschalter, die nur bei Messungen gebraucht wird, werden die eisernen Kabelschutzdrähte benutzt, weil diese der Einwirkung der Telegraphierströme entzogen oder doch nur in geringem Grade

ausgesetzt sind. Die Schutzdrähte werden zu diesem Zwecke mittelst eines an sie angelöteten Kupferdrahts mit der die Bezeichnung „Erde“ tragenden Schiene des Umschalters verbunden. Bei Zwischenanstalten erfolgt die Verbindung mit den Schutzdrähten beider Kabelzweige. Die Kabelumschalter kommen in sechs Formen zur Verwendung: Kabelumschalter I, II und III je für 4 oder 7 Leitungen.

Kabel-umschalter I.

Der Kabelumschalter I für 4 Leitungen findet bei Endanstalten Verwendung; er ist nach Art des in Fig. 83 dargestellten Umschalters eingerichtet, enthält jedoch nur 4 Längs- und 8 Querschienen mit 5 Stöpseln. An die mit den Ziffern 1 bis 4 bezeichneten Enden der Längsschienen werden die Kabelleitungen, an die mit den Buchstaben *A* bis *D* bezeichneten Querschienen die Apparatzuführungen gelegt. Die Schienen *M* und *M'* sind mit dem Kabelmesssysteme zu verbinden, die nächstfolgende Schiene bleibt frei, an der vordersten Querschiene liegt die Erdleitung. Die Ausführung der Verbindungen erfolgt wie bei dem Linienumschalter I. Sollen zwei oder mehrere Kabeladern miteinander verbunden werden, so wird hierzu die freie, keine Bezeichnung tragende Schiene benutzt. Wird die Herstellung mehrerer voneinander unabhängiger Schleifen verlangt, so muss die entsprechende Anzahl Querschienen durch Abnehmen der Apparatzuleitungen frei gemacht werden.

Der Kabelumschalter I für 7 Leitungen entspricht bezüglich seiner Einrichtung, Handhabung und Verwendung genau dem gleichartigen Umschalter für 4 Leitungen; er enthält aber 7 Längsschienen 1 bis 7 und 11 Querschienen *A* bis *G*, *M* und *M'*, freie Schiene und Erdschiene. Zur Verbindung der Schienen dienen 8 Stöpsel.

Kabel-umschalter II.

Der Kabelumschalter II für 4 Leitungen (Fig. 83) findet bei solchen Zwischenämtern Verwendung, welche in die grossen unterirdischen Leitungen zum Betrieb oder zur Übertragung eingeschaltet sind. Er besteht aus 8 Längs- und 11 Querschienen mit 9 Stöpseln und 4 kleinen Verbindungsschienen.

An die vorderen Enden der mit 1 bis 4 bezeichneten Längsschienen sind die aus der Richtung Berlin kommenden Leitungen, an die hinteren Enden der Schienen I bis IV die Adern der anderen Richtung angelegt. Diejenigen Adern, welche weder auf Apparat noch auf Übertragung zu legen sind, werden durch Aufschrauben der kleinen Verbindungsschienen auf die Längsschienen gleicher Nummer unmittelbar verbunden. Die Apparat-

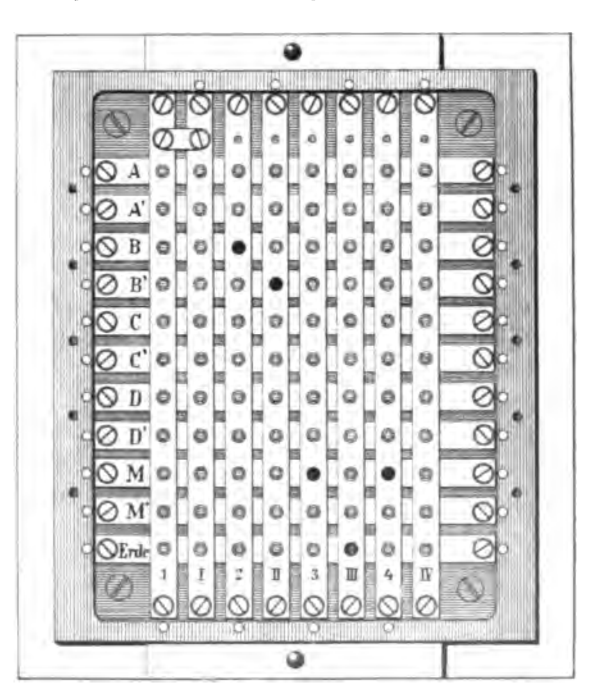


Fig. 83.

zuführungen werden an die 8 Querschienen A, A' bis D, D' gelegt, die Schienen M und M' bleiben für gewöhnlich frei, und die Erdschiene wird an ihrem linksseitigen Ende mit den Schutzdrähten des die Leitungen 1 bis 4 enthaltenden Kabels und am rechtsseitigen Ende mit den Schutzdrähten des die Adern I bis IV enthaltenden Kabels verbunden.

Auf dem in Fig. 83 gezeichneten Umschalter sind:

die Leitungen 1 und I unmittelbar miteinander verbunden,
die Leitungen 2 und II auf die zugehörigen Apparate geschaltet,
die Leitung 3 mit der Leitung 4 zur Schleife verbunden,
die Leitung III an Erde gelegt und die Leitung IV isoliert.

Reichen die Querschienen M und M' für die Herstellung der verlangten Verbindungen nicht aus, so sind die erforderlichen Querschienen durch Abnahme der Apparatzuführungen frei zu machen.

Der Kabelumschalter II für 7 Leitungen enthält 14 Längs- und 17 Querschienen mit 15 Messingstöpseln und 7 kleinen Verbindungsschienen.

Kabel-umschalter III.

Der Kabelumschalter III für 4 Leitungen (Fig. 84) findet auf Zwischenämtern Verwendung, bei welchen die Kabel zu Untersuchungszwecken eingeführt sind und einzelne Adern nur ausnahmsweise in Betrieb genommen werden. Er besteht aus fünf Längs- und vier Querschienen mit neun Stöpseln und vier kleinen Verbindungsschienen.

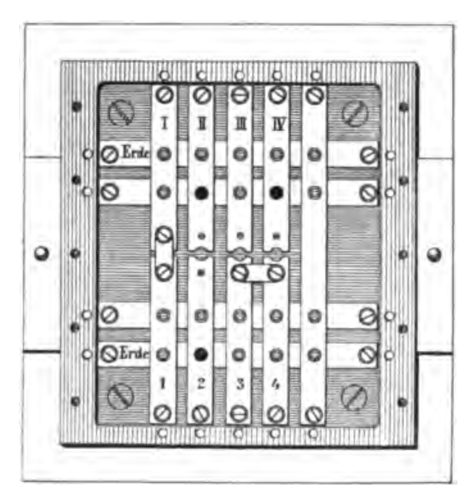


Fig. 84.

Die Längsschienen bestehen mit Ausnahme der äusseren rechten aus zwei Halbschienen, die in der Regel durch Aufschrauben der kleinen Verbindungsschienen, erforderlichen Falles aber auch durch Stöpsel miteinander verbunden werden. Die Adern des aus der Richtung Berlin kommenden Kabels werden an die mit den Ziffern 1 bis 4 bezeichneten vorderen Hälften der Längsschienen gelegt, die Adern des anderen Kabelzweigs an die mit I bis IV bezeichneten hinteren Hälften der Längsschienen. Dementsprechend werden an die vordere mit „Erde" bezeichnete Querschiene die Schutzdrähte des Kabels mit den Adern 1 bis 4 und an die hintere Erdschiene die Schutzdrähte des anderen Kabelzweigs gelegt. Die beiden Querschienen ohne Bezeichnung und die ungeteilte Längsschiene bleiben für gewöhnlich unbenutzt.

Auf dem in Fig. 84 gezeichneten Umschalter sind:

Leitung 1 und I in der für sämtliche vier Adern vorgeschriebenen Normalstellung unmittelbar miteinander verbunden,
Leitung 2 an Erde gelegt,
Leitung II und IV durch Stöpselung,
Leitung 3 und 4 mittelst kleiner Verbindungsschiene miteinander verbunden und
Leitung III isoliert.

Die freie Längsschiene wird in Benutzung genommen, wenn z. B. die Ader 3 mit der Ader IV verbunden werden soll. Es werden dann die beiden

Adern zunächst auf die freien Querschienen gestöpselt und die Längsschiene mit diesen beiden Querschienen ebenfalls durch Stöpsel verbunden.

Der Kabelumschalter III für sieben Leitungen enthält acht Längsschienen und vier Querschienen nebst fünfzehn Stöpseln und sieben kleinen Verbindungsschienen.

5. Die künstlichen Widerstände.

Sie dienen zur Vergrösserung des Widerstandes einer Leitung, wo dies zur Erzielung bestimmter Stromstärken notwendig ist. Die Widerstände werden jetzt aus isoliertem Manganindrahte hergestellt; im Betriebe finden sich jedoch noch vielfach künstliche Widerstände aus Graphitpulver, Neusilber- und Nickelindraht.

Widerstände aus Manganindraht.

Widerstände aus Manganindraht. Es werden Widerstände von 500, 800, 1000 und mehr Ohm angefertigt, letztere nur bei besonderem Bedarf. Der mit feiner Seide umsponnene Manganindraht ist in vielen Windungen auf eine Holzspule aufgewickelt; die Rolle ist zur besseren Isolierung und Haltbarkeit mit Schellack getränkt. Die Enden des Umwindungsdrahts sind durch die Endscheiben der Holzspule hindurchgeführt, im Hohlraume der Spule zu kleinen Spiralen aufgewickelt und schliesslich durch kleine Schrauben mit den in die Stirnflächen der Holzspule eingelassenen Messingklemmen — den Zuführungsklemmen — verbunden. Gegen äussere Beschädigungen wird die Spule durch einen Messingmantel geschützt.

Widerstände aus Graphit.

Widerstände aus Graphit. Sie bestehen aus fest in eine feine Glasröhre eingestopftem Graphitpulver. Der Widerstand der Graphitsäule ist um so grösser, je länger, dünner und lockerer sie hergestellt ist.

Auf jedes Ende der Glasröhre ist eine kleine Messingkapsel aufgekittet, in welche eine Messingschraube eingreift. Das Graphitpulver ist an jedem Ende durch einen Stanniolpfropfen abgeschlossen und durch eine sich um den Schaft der Messingschraube legende feine Stahlspirale mit der Messingkapsel in leitende Verbindung gebracht. Auf die cylinderförmigen Ansätze der Messingkapseln sind Spiralfedern aus Messingdraht aufgeschoben. Das Ganze ist in eine runde, unten abgeflachte Holzröhre eingeschoben, an deren Enden die Zuführungsklemmen angeschraubt sind. Die Klemmen ragen mittelst eines schraubenförmigen Zapfens in die Messingdrahtspiralen hinein und drücken diese gegen die Messingkapseln; sie stehen also mit dem Graphit in leitender Verbindung.

Graphitwiderstände sind in Grössen von 500, 1000, 1500, 2000 und 2500 Ohm in Gebrauch.

6. Die Induktanzrolle.

Die Induktanzrolle — auch Graduator oder Gegenstromrolle genannt — findet im Telegraphenbetrieb insbesondere auf längeren unterirdischen Morseleitungen zur Aufhebung der in diesen besonders stark auftretenden Entladungsströme Verwendung. Sie besteht aus einer mit vielen Umwindungen aus feinem isolierten Kupferdrahte versehenen Holzspule, welche auf ein viereckiges hölzernes Grundbrett aufgesetzt ist. Der Umwindungsdraht hat

einen Widerstand von 600 oder von 1000 Ohm und ist mit seinen Enden an zwei auf dem Grundbrett angebrachte Zuführungsklemmen aus Messing gelegt. Innerhalb der Spule befindet sich ein Kern aus dünnen Eisenstäbchen; der Mantel der Spule wird ebenfalls aus dünnen Eisenstäbchen gebildet. Mantel und Kern stehen mit ihrer unteren Endfläche auf einer Eisenscheibe auf. Eine zweite Eisenscheibe bildet den oberen Abschluss. Das Ganze wird mittelst eines durch das Grundbrett und den Kern hindurchgreifenden Schraubenbolzens mit Mutter so zusammengepresst, dass die beiden Abschlussscheiben mit dem Mantel und dem Kerne in innige Berührung kommen. Je inniger die Berührung ist, desto stärker ist der in der Rolle erzeugte Gegenstrom. Man kann die Stärke des Gegenstroms im Bedarfsfalle durch Einschieben einer dünnen Papierscheibe zwischen Deckplatte, Mantel und Kern vermindern.

Die Induktanzrolle wird mit den Kabelleitungen als dauernde Abzweigung zur Erde verbunden und daher bei jeder Stromsendung von einem Zweigstrome durchflossen, der die Eisenteile magnetisiert. Bei Unterbrechung des Stromes entsteht in der Rolle ein kräftiger Induktionsstrom, der Öffnungsextrastrom, der dem Entladungsstrome des Kabels entgegengerichtet ist und ihn bei richtiger Bemessung der Selbstinduktion aufhebt.

7. Die Relais.

Wenn der elektrische Strom nach dem Durchlaufen langer oberirdischer oder unterirdischer Leitungen auf dem Empfangsamte nicht mehr stark genug ankommt, um die Schreibapparate, Klopfer und Hughesapparate in Bewegung zu setzen, so wird an Stelle des Empfangsapparats ein besonders empfindlich konstruierter Elektromagnet mit leichtem Anker und Metallhebel — ein Relais — eingeschaltet. Dies geschieht entweder am Ende der Leitung auf dem Empfangsamt oder unterwegs bei einem Übertragungsamte. Das Relais hat den Zweck, durch Bewegung seines Ankerhebels einen zweiten Stromkreis, den Ortsstromkreis, oder bei Übertragungsämtern einen zweiten Linienstromkreis zu schliessen und zu öffnen und die in diese Stromkreise eingeschalteten Apparate zum Ansprechen zu bringen. Das Relais übernimmt also gleichsam die Rolle einer zweiten Taste, die nicht unmittelbar vom gebenden Beamten, sondern durch den von ihm entsandten Strom in Thätigkeit gesetzt wird.

Geschichtliches.

Die Erfindung des Relais fällt bereits in das Jahr 1837. Sie ist Cooke und Wheatstone zu verdanken, die es für den ihrem Nadeltelegraphen beigegebenen Wecker in der Weise anwendeten, dass eine Magnetnadel bei ihrer Ablenkung durch den Strom einen Draht in zwei Quecksilbernäpfchen tauchte und dadurch den Kreis einer Lokalbatterie schloss, deren Strom die Anziehung des Ankers eines Elektromagnets bewirkte, wodurch die Hemmung des Uhrwerkes am Wecker ausgelöst wurde.

Morse soll 1845 ein auf elektromagnetischer Anziehung beruhendes Relais angegeben haben, das 1848 mit seinem Schreibapparat nach Deutschland kam. Bei diesem Relais wurde durch die Anziehung eines horizontal über einem Elektromagnet angebrachten Hebels ein Lokalstromkreis geschlossen, in welchem der Morseschreiber eingeschaltet war.

Bei der Preussischen Telegraphenverwaltung kam das Morserelais in der durch Fig. 85 angedeuteten Form zur Anwendung. NOTTEBOHM gab dem Relais eine veränderte Gestalt (Fig. 86), die sich von der früheren dadurch unterschied, dass der Elektromagnet horizontal lag und der Anker, um die Empfindlichkeit zu erhöhen,

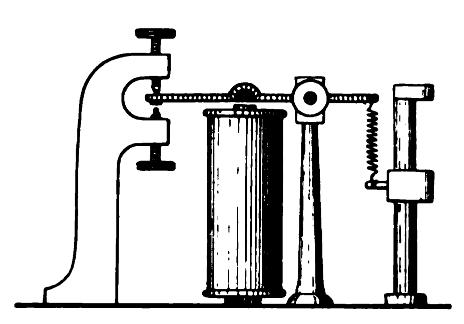


Fig. 85.

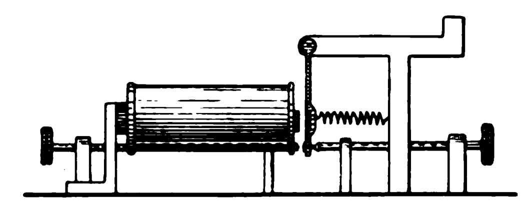


Fig. 86.

an einem vertikalen Stabe pendelartig vor den Kernen aufgehängt war. Der Nachteil dieses Relais beruhte in seiner komplizierten Form und in der Anbringung der Regulierschrauben zu beiden Seiten des Apparats.

Ein von BORGGREVE konstruiertes, seit 1856 in Gebrauch genommenes Relais (Fig. 87) hatte vertikale Elektromagnetschenkel und einen winkelförmigen Ankerhebel. Arbeits- und Ruhekontakt standen einander nicht gegenüber, vielmehr befand sich der erstere auf einem Ständer unterhalb des den Anker tragenden Armes des Winkelhebels, während der Ruhekontakt durch ein dem Ende des anderen Hebelarmes gegenüber angebrachtes Metallstück gebildet wurde.

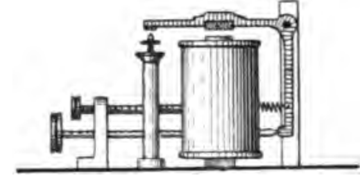


Fig. 87.

Von SIEMENS & HALSKE wurde 1858 für den Betrieb langer Unterseelinien ein Relais konstruiert, das nach der Form seines Gehäuses Dosenrelais genannt wurde. Es bestand aus zwei in einiger Entfernung voneinander vertikal aufgestellten Elektromagnetschenkeln (Fig. 88), vor deren Polschuhen je ein Ende des zweiarmigen Ankerhebels so gelagert war, dass dieser bei der Anziehung eine Drehung in horizontaler Richtung machte. Der Ruhekontakt wurde durch ein Achathütchen gebildet, gegen welches sich das verlängerte, zungenförmige Ende des Hebels anlegte.

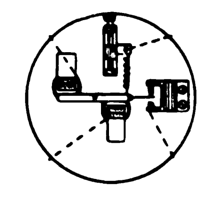


Fig. 88.

Der dem Relais zu Grunde liegende Gedanke findet sich in der Übertragungstation erweitert. Da bei sehr langen Leitungen der ankommende Strom wegen der zahlreichen Ableitungen nicht mehr die nötige Stärke besitzt, um den Empfangsapparat in Thätigkeit zu setzen, so wurden anfänglich die Telegramme in einer solchen Leitung auf einer Zwischenstation aufgenommen und durch einen Beamten weiter telegraphiert. Dieses zeitraubende und zu Irrungen Anlass gebende Verfahren lässt sich dadurch vermeiden, dass man den auf der Zwischenstation ankommenden Strom durch die Rollen eines Elektromagnets gehen lässt, welcher durch Anziehung eines Ankers eine Batterie schliesst, die dann ihren Strom in den zweiten Teil der Leitung sendet.

Die Erfindung der Übertragung wird von Mehreren als ein ihnen gebührendes Verdienst in Anspruch genommen (FARDELY in Mainz 1844,

CORNELL in New-York 1846 u. a.). SIEMENS & HALSKE stellten 1847 für ihren Zeigertelegraphen mit Selbstunterbrechung den durch Fig. 89 dargestellten Übertrager, den sog. Zwischenträger her. Der Apparat ist bei dem Übertragungsamt aufgestellt und sendet mittelst der zwischen den Kontakten hin und her pendelnden Gabel in regelmässigem Wechsel kurze Ströme nach beiden Endämtern, wo dadurch die Zeiger der Apparate in gleichmässigen Gang versetzt werden. Bei der gezeichneten Stellung fliesst der Strom in die Leitung L_1; dadurch wird der Anker des unteren Elektromagnets angezogen und die Gabel an den unteren Batteriekontakt gelegt. Nunmehr fliesst der Strom in die Leitung L_2 u. s. w. Das Spiel dauert so lange, bis das gebende Endamt seinen Zeiger anhält und die Leitung damit unterbricht. Bei Einführung des Morseapparats in Deutschland richteten SIEMENS & HALSKE eine Übertragung mittelst eines gewöhnlichen Relais ein; der Ruhekontakt war an eine Doppelkurbel gelegt, die bei jedem Wechsel in der Sprechrichtung umgelegt werden musste. STEINHEIL änderte 1851 den Übertrager in einen selbstthätigen um.

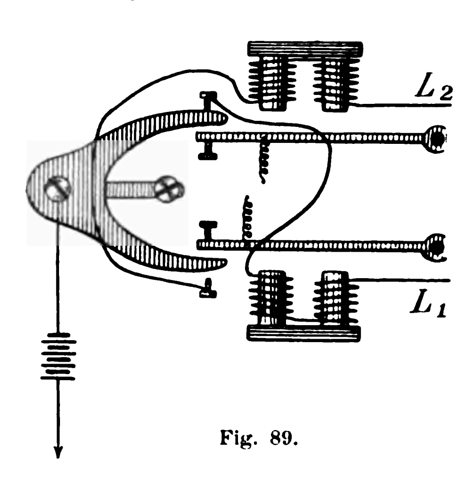


Fig. 89.

Das deutsche polarisierte Relais.

Das deutsche polarisierte Relais. Es ist in seinem elektrischen Teile dem Elektromagnetsystem des Hughesapparats nachgebildet und wird in zwei Formen angefertigt. Die kleine Form wird in unterirdischen Leitungen zur Herstellung eines Ortsstromkreises für den Schreibapparat benutzt. Die grosse Form dient hauptsächlich zur Einrichtung von Übertragungsstellen in oberirdischen und unterirdischen Leitungen.

Das deutsche polarisierte Relais kleiner Form (Fig. 90). Auf einer hölzernen Grundplatte ist ein aus zwei aufeinander liegenden Stahlblättern zusammengesetzter Hufeisenmagnet *A* befestigt. Auf den Polenden des Magnets sind die mit Polschuhen versehenen Elektromagnetkerne aus weichem Eisen lotrecht aufgeschraubt. Die Umwindungen aus feinem, mit Seide umsponnenem Kupferdrahte sind unmittelbar auf die Kerne gewickelt und durch je zwei Messingscheiben begrenzt; sie haben für jede Rolle etwa 100 Ohm Widerstand. Gegen äussere Beschädigungen sind die in bekannter Weise paraffinierten Drahtrollen durch Überzüge von lackiertem Leder geschützt. Die Drahtenden jeder Rolle sind an vier auf Ebonitunterlagen befestigte Klemmen gelegt.

Die Klemmen, zu welchen das Ende der ersten und der Anfang der zweiten Rolle führen, sind durch einen starken Kupferdraht miteinander verbunden, wogegen von den beiden anderen Klemmen starke Kupferdrähte nach den an den Längsseiten in der Mitte angebrachten Klemmenschienen *B* gehen. Die Windungen sind also hintereinander geschaltet.

Rechts neben den Magnetrollen ist der Ankerträger auf dem Hufeisenmagnet und dem Grundbrett unter Zwischenschaltung einer Ebonitunterlage befestigt. Der Ankerträger besteht aus zwei auf einer Grundplatte senkrecht stehenden Messingständern, die durch eine auf ihre oberen Kanten auf-

geschraubte Querverbindung zusammengehalten werden. Ein auf die Querverbindung aufgesetztes Messingrohr D umschliesst die Regulierschraube für die Abreissfeder des Relaishebels. Die Achslager des Hebels bilden zwei unterhalb der Querverbindung in die Messingständer eingeschraubte, mit fein polierter Spitze versehene Achsenschrauben, von welchen eine verstellbar ist. Der Ankerhebel ist an dem einen Ende mit einer Hülse zur Aufnahme der Achse versehen; die Hülse steht durch einen um die Achse gewundenen Stahldraht mit einem Messingständer in leitender Verbindung. Gegenüber den Polschuhen trägt der Hebel den aus weichem Eisen gefertigten Flachanker. Das andere freie Ende des Hebels reicht bis zwischen die Kontaktschrauben E und F und ist ihnen gegenüber mit Platinplättchen belegt. Die Kontaktschrauben tragen Platinkontaktstifte. Der Träger der Kontaktschrauben — die Kontaktsäule — besteht aus zwei durch eine Ebonithülse

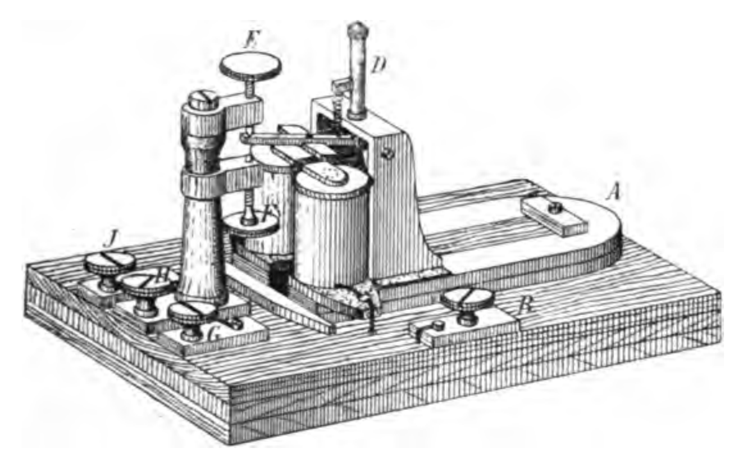


Fig. 90.

voneinander isolierten Metallarmen, einem durchbohrten Ständer und der diese drei Teile zusammenhaltenden Schraube. Um jede metallische Berührung der Verbindungsschraube mit dem durchbohrten Ständer zu verhüten, ist in das untere Ende des Ständers eine Ebonithülse eingesetzt. Von dem unteren Ende der Schraube führt ein starker Kupferdraht nach der Klemmschiene G; diese ist also über die Verbindungsschraube und den oberen Metallarm mit der oberen Kontaktschraube verbunden. Durch je einen starken Kupferdraht steht ferner die Klemmschiene H mit dem durchbohrten Ständer der Kontaktsäule und daher auch mit der unteren Kontaktschraube, und die Klemmschiene J mit dem Ankerträger, also auch mit dem Relaishebel in leitender Verbindung.

Vor den Polen des Hufeisenmagnets liegt verschiebbar eine mit einem Messingknopfe versehene, vorn zugespitzte Eisenschiene — der Schwächungsanker —, welcher dazu dient, die Anziehungskraft des Stahlmagnets nach Bedarf zu ändern.

D a s d e u t s c h e p o l a r i s i e r t e R e l a i s g r o s s e r F o r m. Seine Einrichtung entspricht im allgemeinen der des kleinen Relais. Der Widerstand jeder Magnetrolle beträgt jedoch etwa 570 Ohm. Abweichend von der kleinen Form ist dieses Relais mit einer Vorrichtung zum Neben- und Hintereinanderschalten der Rollen versehen.

Einschaltung und Wirkungsweise.

Einschaltung und Wirkungsweise des deutschen polarisierten Relais. Es kann auf Anziehen oder auf Abstossen des Ankers eingeschaltet werden.

1. Anziehung des Ankers. — Der Ankerhebel liegt bei ruhendem Verkehr an der oberen Kontaktschraube; der ankommende Linienstrom verstärkt den Magnetismus der Kerne, so dass der Anker angezogen und gegen die untere Kontaktschraube gelegt wird. Der die Ortsbatterie und die Elektromagnetrollen des Empfangsapparats enthaltende Stromkreis wird mit dem einen Zweige an die untere Kontaktschraube, mit dem anderen Zweige an die mit dem Relaishebel in Verbindung stehende Klemmschiene gelegt.

Der Anker wird durch Drehung der Kontaktschrauben so eingestellt, dass er etwa 1 mm von den Polschuhen absteht, wenn der Hebel die untere Kontaktschraube berührt. Die obere Kontaktschraube darf hierbei höchstens 0,2 mm vom gegenüberliegenden Platinplättchen des Hebels entfernt sein. Hierauf werden Abreissfeder und Schwächungsanker so eingestellt, dass der Ankerhebel im Ruhezustande gerade noch an der oberen Kontaktschraube liegen bleibt. Die Richtung des Linienstroms ist so zu wählen, dass er die Anziehungskraft des Magnets verstärkt. Sobald der Linienstrom den Ankerhebel gegen die untere Kontaktschraube legt, wird der Ortsstromkreis geschlossen und das am Relais eingehende Zeichen in diesen Stromkreis übertragen.

2. Abstossung des Ankers. — Bei ruhendem Verkehre wird der Anker durch die Kraft des Stahlmagnets an der unteren Kontaktschraube festgehalten; infolge Einwirkung des Linienstroms schnellt er gegen den oberen Kontakt.

Der eine Zweig des Ortsstromkreises wird ebenfalls über das Ankergestell mit dem Relaishebel, der andere Zweig dagegen mit der oberen Kontaktschraube verbunden. Schwächungsanker und Abreissfeder sind so zu regulieren, dass der Hebel bei ruhendem Verkehre noch gerade gegen die untere Kontaktschraube gelegt wird. Die Richtung des Linienstroms ist so zu wählen, dass er die Anziehungskraft des Stahlmagnets schwächt. Bei dem jedesmaligen Auftreten eines Linienstroms wird daher der Anker von dem Elektromagnet losgelassen und durch die Abreissfeder gegen die obere Kontaktschraube geschnellt. Der Ortsstromkreis wird hierdurch geschlossen und der in ihn eingeschaltete Empfangsapparat in Thätigkeit gesetzt.

Das polarisierte Relais mit drehbaren Kernen.

Das polarisierte Relais mit drehbaren Kernen (Fig. 91 und 92) kommt neben dem deutschen polarisierten Relais grosser Form in den Fällen zur Anwendung, in welchen besonders empfindliche Apparate erforderlich sind, also namentlich beim Betriebe der Kabelleitungen.

Auf einem hölzernen Grundbrett ist das aus den beiden Messingwangen *A* und *B* sowie aus den beiden Säulen *C* und *D* bestehende Relaisgestell aufgeschraubt. Zwischen den Messingwangen stehen zwei Elektromagnetrollen; jede Rolle bildet mit ihrem Eisenkern einen Elektromagnet für sich. Das Relais hat also vier Magnetpole. Der Gesamtwiderstand beider hintereinander geschalteten Rollenwicklungen beträgt 200 bis 230 Ohm. Die Kerne sind in die Messingwangen drehbar eingelagert und tragen an jedem Ende einen schneckenförmigen Polschuh. Zwischen den oberen und den unteren Polschuhen schwingt je ein leichter Eisenanker *N* (Fig. 92), beide Anker sind durch eine senkrechte Messingachse so verbunden, dass sie sich stets nur gleichzeitig bewegen können. Die Ankerachse ist einerseits in der unteren

Messingwange und andererseits in einem auf die obere Messingwange aufgesetzten Messingstücke drehbar eingelagert.

Durch Drehen der Kerne kann infolge der schneckenförmigen Gestalt der Polschuhe deren Abstand von den Ankern vergrössert oder verkleinert werden. Zwischen der unteren Messingwange und den beiden unteren Polschuhen ist je eine schwach durchgebogene Neusilberscheibe angeordnet, deren federnde Wirkung genügende Reibung erzeugt, um die Kerne mit den Polschuhen während des Telegraphierens in der gewählten Lage zu erhalten.

Der obere Anker ist durch einen aufgeschraubten dünnen Messingstreifen verlängert, dessen freies Ende mit Platinplättchen belegt ist und zwischen zwei Kontaktschrauben spielt, die durch zwei an kleinen Messingsäulen befestigte Drahtspiralen mit den Klemmen *E* und *F* in Verbindung stehen. Die Kontaktschrauben sind auf einen verschiebbaren Schlitten, durch Ebonit voneinander und von dem Schlitten selbst isoliert, aufgesetzt. Mittelst einer

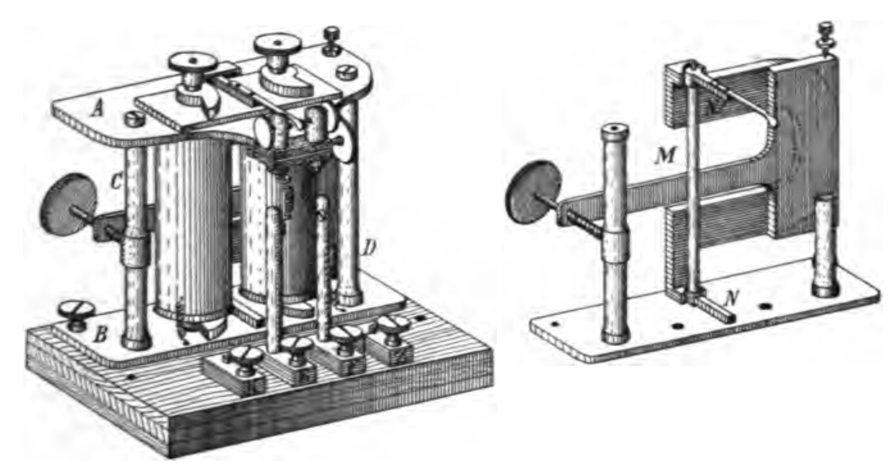


Fig. 91. Fig. 92.

Schraube und einer Feder kann der Schlitten nach rechts oder links verschoben werden, der Abstand der Kontaktschrauben voneinander bleibt dabei unverändert.

Die Relaisanker werden durch die ihnen gegenüberliegenden halbkreisförmig ausgeschnittenen Polschuhe eines Hufeisenmagnets *M* dauernd magnetisch erhalten. Der Hufeisenmagnet ist mit einer ihm als Unterlage dienenden Messingplatte um die Spitzen zweier in die Messingwangen eingelassener Schrauben drehbar. Die Messingplatte besitzt einen längeren Ansatz, durch welchen hindurch eine Stellschraube in den Messingständer *C* eingreift. Wird die Stellschraube in den Ständer hineingedreht, so werden die Polschuhe unter dem Einfluss einer auf die Schraube aufgeschobenen Spiralfeder von den Ankern entfernt, der Magnetismus in diesen also geschwächt.

Der Dauermagnet ist so angeordnet, dass sein Südpol oben und sein Nordpol unten liegt. Das freie Ende des oberen Ankers hat also Südmagnetismus, während die oberen Polschuhe beider Elektromagnete nordmagnetisch erregt werden. Dagegen hat das freie Ende des unteren Ankers Nordmagnetismus, während die unteren Polschuhe der Elektromagnete südmagnetisch erregt werden. Es besteht also im Ruhezustand eine magnetische

Anziehung zwischen den Ankern und den benachbarten Polschuhen. Die auf jeden Anker wirkenden Kräfte heben sich auf, wenn er sich genau in der Mitte zwischen beiden Polschuhen befindet. Durch Verschiebung des Schlittens kann der Anker einem Polschuhe näher gelegt werden, so dass er bei ruhender Korrespondenz stets gegen diesen Polschuh anliegt.

Einschaltung und Wirkungsweise.

Einschaltung und Wirkungsweise des polarisierten Relais mit drehbaren Kernen. Tritt ein positiver Strom an der Zuführungsklemme K ein und an der Klemme Z aus, so wird, entsprechend der Wicklung der Magnetrollen, der vorhandene Magnetismus in dem linksseitigen Elektromagnet verstärkt und in dem rechtsseitig gelegenen geschwächt, ganz aufgehoben oder umgekehrt. Die Anziehung des linksseitigen Magnets überwiegt somit, und das Ansatzstück des oberen Ankers, das in der Ruhelage an der rechtsseitigen Kontaktschraube liegt, wird an die linksseitige Kontaktschraube herangezogen.

Die linksseitige Kontaktschraube bildet den Telegraphierkontakt, die rechtsseitige den Ruhekontakt. Eine über die Klemme E an die Telegraphierkontaktschraube herangeführte Batterie sendet somit ihren Strom über den Telegraphierkontakt, den oberen Anker, die Ankerachse und das Relaisgestell in die an die Klemme B angelegte zweite Leitung. Bei Einstellung des Relais ist zu beachten, dass die beiden Anker nur schwach magnetisiert werden dürfen, wenn der ankommende Strom schwach ist.

Die Hubhöhe der Anker ist so zu regeln, dass zwischen dem oberen Anker und der Telegraphierkontaktschraube ein Streifen dünnen Schreibpapiers mit leichter Reibung sich noch hin und her schieben lässt.

Die schneckenförmigen Polschuhe der Elektromagnete sind so einzustellen, dass der obere Anker vom linksseitigen Polschuh etwa 2 mm und vom rechtsseitigen etwa 1 mm absteht. Schliesslich wird noch der Schlitten so verschoben. dass die Telegraphierzeichen deutlich wahrgenommen werden können.

Das Relais arbeitet um so besser, je grösser der Unterschied des Ankerabstandes von den beiderseitigen Polschuhen ist. Durch Verschieben des Schlittens nach links wird dieser Unterschied aber verkleinert. Wenn daher eine solche Verschiebung bei dem Regulieren notwendig wird, so ist es zweckmässiger, den Ankermagnetismus durch Zurückschrauben des Dauermagnets etwas zu schwächen. Der Schlitten kann infolgedessen wieder nach rechts verschoben werden.

Das schwer wahrnehmbare Anschlagen der Relaiszunge gegen die Telegraphierkontaktschraube kann man sicher mit dem Gehöre verfolgen, wenn man an diese Schraube das eine Ende eines Lineals leicht anlehnt und das andere Linealende ans Ohr legt.

Das polarisierte Relais mit Flügelanker.

Das polarisierte Relais mit Flügelanker (Fig. 93, 94 a und b). Es findet hauptsächlich beim Hughesgegensprechen mit Differentialschaltung und in Gegensprechübertragungen Verwendung. In der muldenförmigen Vertiefung einer hölzernen Grundplatte steht ein hufeisenförmiger Dauermagnet mit den Schenkeln N und S nach oben gerichtet. Die Polenden des Magnets treten durch Ausschnitte der oberen Messingplatte des Relaisgestells frei hervor. Der eine Schenkel S ist mit dem Relaisgestelle durch Verschraubung an dem Messingwinkel W fest verbunden.

Gegen den freien Schenkel N des Dauermagnets lehnt der starke Messinghebel A, der um eine auf der unteren Gestellplatte befestigte Stahlachse

drehbar ist. Durch das obere Ende des Hebels greift die im gegenüberliegenden Messingwinkel *W* um einen Stahlstift drehbare Zugstange *Z* aus Messing frei hindurch.

Das bogenförmige Joch des Dauermagnets ist im Metalle nur halb so dick als die Schenkel, und die Glashärte des Stahls ist für das Joch durch

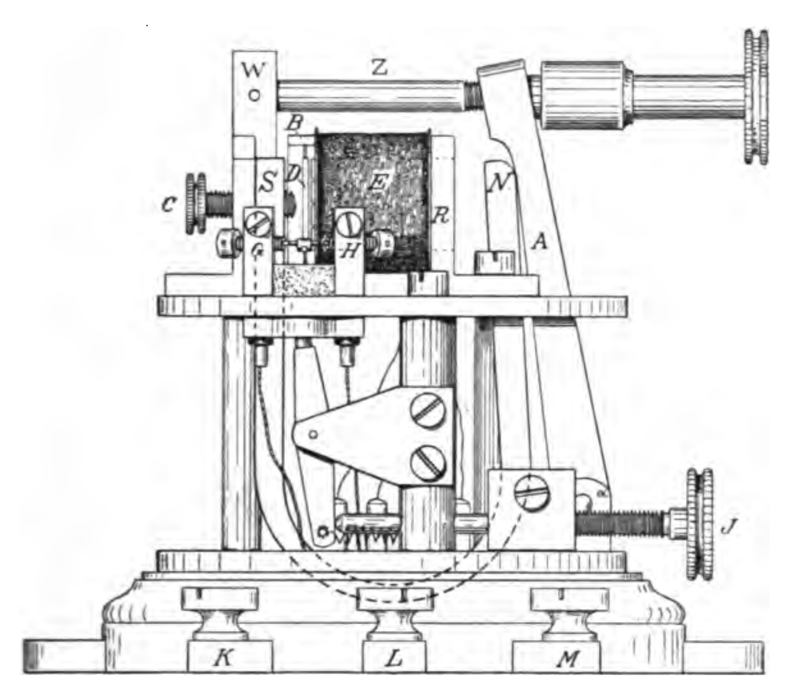


Fig. 93.

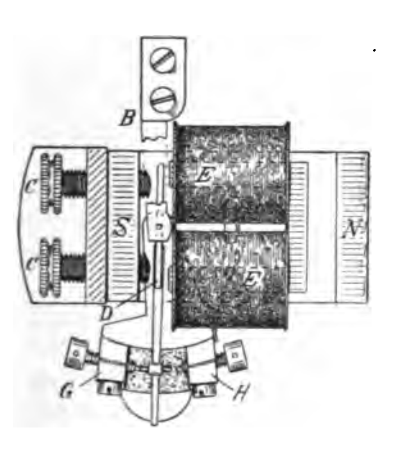


Fig. 94 a.

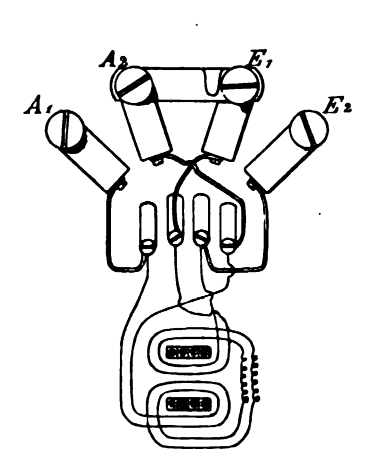


Fig. 94 b.

„Anlassen" beseitigt worden. Der Magnet federt deshalb und es kann sein Schenkel *N*, ohne abzubrechen, dem Messinghebel soweit folgen, als die auf der Zugstange befindliche Stahlnuss mittelst eines Steckschlüssels nach vorwärts oder rückwärts geschraubt werden kann. Da hierdurch der Abstand der beiden Magnetpole und somit der Widerstand im Magnetfelde geändert

wird, so lässt sich die Stärke des zwischen den Polen übergehenden Kraftlinienstroms nach Bedarf regeln.

Dasselbe wird erreicht durch eine Verstellung der zwei eisernen Kordenschrauben *C*, welche durch den Messingwinkel *W* und den mit ihm verbundenen Magnetschenkel *S* hindurch in das Magnetfeld hineinragen.

Zwischen den Schenkeln des Dauermagnets wird ein kurzschenkliger Hufeisenelektromagnet *E* von dem Messingrahmen *R* so getragen, dass die Windungsebene der Drahtspulen senkrecht zur Hauptrichtung der Kraftlinien des Magnetfeldes steht. Der Rahmen ist in der Richtung der Kraftlinien verschiebbar. Auf die Spulen sind zwei gleichlange umsponnene Kupferdrähte von je 217 Ohm Widerstand nebeneinander liegend in 2600 Windungen aufgewickelt; ihre vier Enden sind durch die obere Gestellplatte hindurchgeführt und an die auf der Grundplatte befestigten Klemmschrauben A_1, E_1, A_2, E_2 gelegt (vgl. Fig. 94 b). Mittelst zweier Messingschienen können die Klemmschrauben so miteinander verbunden werden, dass die Spulendrähte entweder hintereinander oder nebeneinander geschaltet sind.

Den hochkantig stehenden Elektromagnetkernen aus mehrfach aufgeschlitztem Flacheisen gegenüber spielt der Flügelanker *D*, ein leichtes viereckiges Eisenblatt, um eine senkrechte Achse. Die Achse geht durch den Schwerpunkt des Eisenblatts, setzt die durch sie gebildeten Hälften oder Flügel des Ankers dem Einflusse je eines Elektromagnetpols aus und bewirkt, dass beide Pole den Anker in gleichem Sinne drehen. Die Zapfen der Ankerachse lagern in Achatsteinen, welche in den oberen und unteren Arm des mit der oberen Gestellplatte verschraubten Doppelwinkels *B* eingelassen sind. Die leitende Verbindung zwischen dem Anker und dem Körper des Relais wird durch einen dünnen, in losen Windungen um den unteren Arm der Ankerachse gelegten Kupferdraht hergestellt, der mit einem Ende an dem Doppelwinkel *B* und mit dem anderen an dem unteren Rande des Ankerblatts angeschraubt ist. Dieser Rand trägt gleichzeitig die Relaiszunge, welche mit einem Platinstutzen zwischen den platinbesetzten Kontaktschrauben *G* und *H* spielt. Die Kontaktschrauben sind in messingene Klemmbacken eingelagert und letztere mit einer Schlittenvorrichtung so in Verbindung gebracht, dass durch Drehung der Kordenschraube *J* die beiden Kontaktschrauben zusammen nach rechts oder links verschoben werden.

Die Klemmbacken mit den Kontaktschrauben sind voneinander und von dem Schlitten durch Ebonit isoliert und durch biegsame Drähte mit den Klemmen *K* und *M* verbunden, die Klemme *L* steht mit dem Körper des Relais in Verbindung.

Ein Messinggehäuse mit Glasdeckel schützt das Relais gegen Beschädigungen und Staub.

Einschaltung und Wirkungsweise. Einschaltung und Wirkungsweise des polarisierten Relais mit Flügelanker. Der Schlitten mit den Anschlagschrauben wird zunächst in die Mittellage eingestellt, sodann wird der Messingrahmen mit dem Elektromagnet soweit verschoben, dass seine Pole etwa 1,5 mm von dem Anker entfernt stehen. Bei stärkeren Strömen ist dieser Abstand etwas grösser, bei schwächeren etwas geringer zu wählen. Die eisernen Kordenschrauben *C* werden so eingestellt, dass ihre Entfernung vom Anker etwas grösser ist, als der Abstand des Ankers von den Polen des Elektromagnets.

Der bewegliche Magnetschenkel *N* wird um so mehr dem feststehenden genähert, je stärker die ankommenden Ströme sind.

Die Kontaktschrauben sind derart einzustellen, dass der Ankerhub wie bei dem polarisierten Relais mit drehbaren Kernen so klein als möglich gehalten wird.

Je nach der Stromrichtung ist die Kontaktschraube *G* oder *H* als Ruheanschlag der Relaiszunge zu benutzen. Hierzu wird der Schlitten in der einen oder der anderen Richtung verschoben, bis ein leichtes sicheres Anliegen an dem durch die Stromrichtung bestimmten Ruheanschlag eintritt und bei jedem Hub ein williges Zurückschnellen des Ankers an den Ruheanschlag stattfindet. Ist die Kontaktschraube *H* als Ruheanschlag gewählt, so ist der neue Stromkreis mit dem einen Zweige an die mit der Kontaktschraube *G* in Verbindung stehende Klemmschraube zu legen, der andere Zweig aber durch Anlegen an die Klemmschraube *L* mit dem Relaisgestell zu verbinden.

Ist der Schenkel *S* des Dauermagnets südpolarisch, der Schenkel *N* also ein Nordpol, so sind bei ruhender Korrespondenz die dem Flügelanker zugekehrten Pole des kleinen Hufeisenelektromagnets ebenfalls Nordpole. Die eisernen mit dem Schenkel *S* in Verbindung stehenden Kordenschrauben sind dagegen Südpole. Der Flügelanker steht also zwischen zwei Südpolen und zwei Nordpolen und hat daher auf der den Kordenschrauben zugekehrten Seite Nordmagnetismus, auf der den Elektromagnetkernen zugekehrten Seite Südmagnetismus. Der Telegraphierstrom macht aus den Nordpolen des kleinen Hufeisenmagnets einen Südpol und einen Nordpol; der Südpol stösst den gegenüberliegenden Südpol des Flügelankers ab, während der Nordpol ihn anzieht.

Es erfolgt also eine Drehung des Flügelankers um seine Achse, und die Relaiszunge wird gegen den Arbeitskontakt gelegt. Nach Aufhören des Stromes nimmt der Anker sofort wieder seine frühere Lage ein, da ihm die eine der beiden Schrauben *C* (in Fig. 94a die vordere) sowohl in der Ruhelage als in der abgelenkten Lage näher steht als die andere und durch ihre überwiegende Anziehung den Anker in die Ruhelage zurückführt.

Ausser den beschriebenen Relais sind zur Zeit noch das gewöhnliche Relais und das polarisierte Relais von Siemens im Betriebe vorhanden; beide werden jedoch nicht mehr neu beschafft.

Das gewöhnliche Relais.

Das gewöhnliche Relais entspricht in seiner Einrichtung im wesentlichen derjenigen des deutschen polarisierten Relais kleiner Form; es fehlt bei ihm jedoch der Dauermagnet. Die Elektromagnetkerne können unabhängig von den feststehenden Elektromagnetrollen dem Anker genähert oder von ihm entfernt werden. Eine regulierbare Abreissfeder bringt den Ankerhebel nach Aufhören des Linienstroms in seine Ruhelage zurück.

Das polarisierte Relais von Siemens.

Das polarisierte Relais von Siemens (Fig. 95) besteht im wesentlichen aus einem rechtwinklig gebogenen Dauermagnet, auf dessen wagerechtem Schenkel das aus zwei Drahtrollen mit Kernen und verstellbaren Polschuhen gebildete Elektromagnetsystem aufgesetzt, und in dessen senkrechtem Schenkel die eiserne Relaiszunge horizontal drehbar so angebracht ist, dass sie zwischen den Polschuhen und zwischen den verstellbaren und auf einem Schlitten verschiebbaren Kontaktschrauben schwingt. Das zwischen den Kontaktschrauben schwingende dünne Zungenende besteht aus Neusilber.

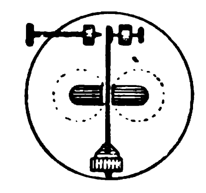


Fig. 95.

Stehen die Elektromagnetkerne auf dem Nordpole des Winkelmagnets, so sind sie an ihren Polschuhen ebenfalls nordmagnetisch, während die in dem Südpole des Dauermagnets eingelagerte Relaiszunge südmagnetisch ist. Ein durch die Windungen des Elektromagnetsystems fliessender Strom sucht den einen Kern nordmagnetisch, den anderen südmagnetisch zu machen. Da beide Kerne aber Nordmagnetismus haben, so wird der eine Kern stärkeren Magnetismus erhalten als der andere, weil in dem einen Kerne der Nordmagnetismus aufgehoben oder gar in Südmagnetismus umgekehrt, im anderen Kerne aber der bereits vorhandene Nordmagnetismus verstärkt wird. Der stärkere nordmagnetische Pol zieht die Relaiszunge an. Hört dann der Strom auf, so erhalten beide Polschuhe wieder gleichen Magnetismus und die Relaiszunge legt sich wieder gegen den Ruhekontakt. Zu diesem Zwecke ist der betreffende Polschuh so eingestellt, dass er der Zunge auch in der abgelenkten Lage etwas näher liegt, als der andere Polschuh. Die Arbeit der Abreissfeder wird also bei diesem Relais durch den Dauermagnetismus der Kerne verrichtet.

Das Relais ist in einem cylindrischen Messinggehäuse mit Glasverschluss untergebracht.

Fehler in den Relais.

Fehler in den Relais. Es sind im Relais zwei Stromwege vorhanden: der zum Linienstromkreis und der zum Lokal- oder Übertragungsstromkreise gehörige.

Linienstromkreis. — 1. Die Elektromagnetumwindungen sind unterbrochen. Hierdurch wird auch der Linienstromkreis unterbrochen; das in die Leitung eingeschaltete Galvanoskop zeigt auf den ankommenden Strom keinen Ausschlag.

2. Die Elektromagnetumwindungen haben teilweise Kurzschluss, so dass der Strom nur noch einen Teil der Windungen durchläuft und daher nicht mehr genügenden Magnetismus in den Elektromagnetkernen hervorruft.

Lokal- oder Übertragungsstromkreis. — In diesen sind der Relaishebel mit den Platinkontaktflächen sowie das Relaisgestell und die Kontaktschrauben nebst den Zuführungsdrähten zu den betreffenden Klemmen eingeschaltet.

1. Der Relaishebel spricht auf den Strom des Linienstromkreises regelrecht an, überträgt aber trotz guter Einstellung des Relais die Zeichen nicht oder nur mangelhaft in den zweiten Stromkreis. — Die Platinkontakte sind oxydiert oder verschmutzt, die Verbindung zwischen Relaishebel und Gestell ist mangelhaft oder unterbrochen, ein Zuführungsdraht zu den Klemmen ist abgerissen.

2. Das Relais ist verstellt. — Wenn der Relaishebel gut anspricht, die Zeichen aber nur mangelhaft überträgt, so sind die Kontaktschrauben neu einzustellen. Spricht dagegen der Relaishebel nur schlecht an, so sind je nach der Bauart des Relais die Abreissfeder des Hebels, der Schwächungsanker des Dauermagnets, die Polschuhe, das Elektromagnetsystem, der Abstand der Pole des Dauermagnets und erforderlichen Falles auch noch die Kontaktschrauben zu regulieren.

III. Die Schaltungen für Leitungen zu Morsebetrieb.

a) Betrieb oberirdischer Leitungen.

1. Endstelle in einer Arbeitsstromleitung mit Relais (Fig. 96). Ankommender Strom: Leitung L — Blitzableiter, linksseitige Platte — Galvanoskop — ruhende Taste — Relais R — Blitzableiter, rechtsseitige Platte — Erde.

Endstelle in einer Arbeitsstromleitung mit Relais.

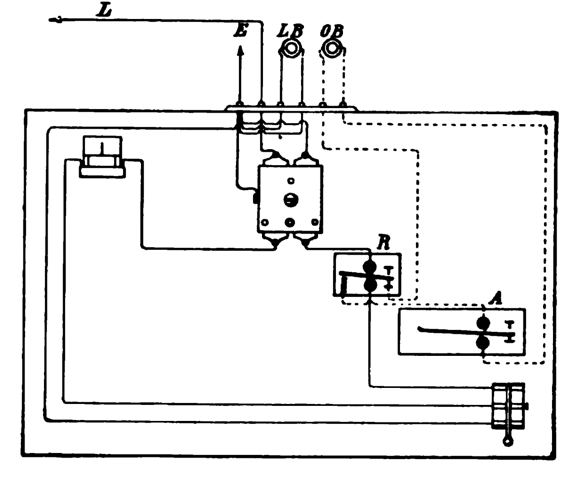


Fig. 96.

Der Relaisanker wird angezogen und schliesst den Stromkreis der Ortsbatterie OB über den Arbeitskontakt des Relais, dessen Hebel und die Umwindungen des Schreibapparats A; letzterer spricht an.

Abgehender Strom: An der Arbeitsschiene der Taste liegt der eine Pol der Linienbatterie LB, der andere Pol ist mit Erde verbunden. Bei Tastendruck fliesst ein Strom aus der Batterie über Arbeitsschiene und Körper der Taste durch das Galvanoskop und die linke Platte des Blitzableiters in die Leitung. Relais und Schreibapparat des eigenen Amtes sind ausgeschaltet.

2. Endstelle in einer Arbeitsstromleitung ohne Relais. An Stelle des Relais bei 1 tritt der Schreibapparat; der Relaisstromkreis fällt weg.

Endstelle in einer Arbeitsstromleitung ohne Relais.

Ankommender Strom: Leitung L — Blitzableiter — Galvanoskop — ruhende Taste — Schreibapparat A — Blitzableiter — Erde.

Abgehender Strom: wie unter 1.

3. Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit 2 Schreibapparaten (Fig. 97). An Hülfsapparaten sind 1 Umschalter VII und 2 künstliche Widerstände erforderlich. Der Plattenblitzableiter ist in der Figur weggelassen.

Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit 2 Schreibapparaten.

Trennstellung: Das mittlere Loch des Umschalters ist zu stöpseln.

a) Ankommender Strom: Leitung L_1 — Blitzableiter — Galvanoskop — Taste — Schreibapparat A_1 — obere linke Umschalterschiene — künstlicher Widerstand w_1 — untere mittlere Umschalterschiene — Stöpsel — obere mittlere Umschalterschiene — Erde.

Der in Leitung L_2 ankommende Strom durchläuft in ähnlicher Weise Galvanoskop, Taste, Schreibapparat A_2 und künstlichen Widerstand w_2.

Der künstliche Widerstand w_1 ist dem Gesamtwiderstande des im Umschalter abgetrennten Leitungszweigs L_2 gleich zu machen, damit der ankommende Strom bei getrennter wie bei offener Leitung denselben Widerstand zu überwinden hat, und in der Leitung immer dieselbe Stromstärke herrscht. Zu demselben Zwecke ist der Widerstand w_2 dem Widerstande des Leitungszweigs L_1 gleich zu machen.

b) Abgehender Strom. Für beide Leitungszweige ist eine gemeinsame Batterie aufzustellen; hat ein Leitungszweig geringeren Widerstand als der andere, so ist für ihn eine angemessene Anzahl Elemente von der gemeinsamen Batterie abzuzweigen. Bei den Endanstalten ist die Batteriestärke dem Widerstande der ganzen Leitung entsprechend zu bemessen. Wird die Taste T_2 gedrückt, so fliesst ein Strom aus der ganzen Batterie, welche mit einem Pole an Erde liegt, über die Taste, das Galvanoskop und den Blitzableiter in die Leitung L_2 und geht auf dem fernen Amte durch den Empfangsapparat zur Erde.

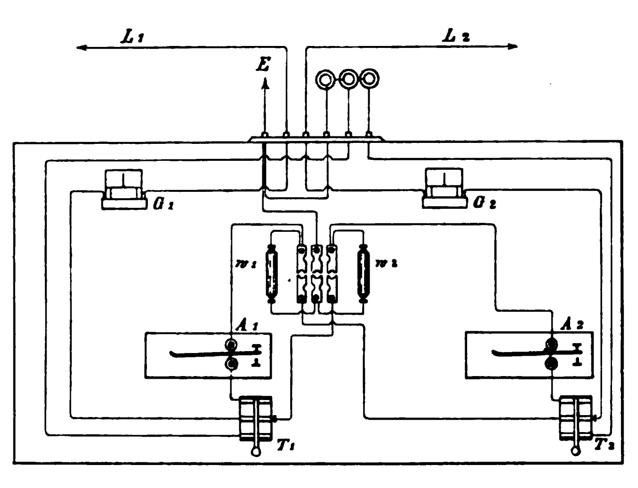


Fig. 97.

Ein Druck auf die Taste T_1 sendet in ähnlicher Weise einen Strom aus der abgezweigten Batterie in die Leitung L_1.

Durchsprechstellung. Im Umschalter ist das Loch zwischen den beiden linksseitigen oder rechtsseitigen Schienen zu stöpseln. Im ersteren Falle spricht der linksseitige Apparat A_1 auf den ankommenden Strom an und es können mit der zugehörigen Taste T_1 telegraphische Zeichen nur in den linksseitigen Leitungszweig L_1 gegeben werden.

Im letzteren Falle spricht der rechtsseitige Apparat A_2 an und es können mit der Taste T_2 telegraphische Zeichen nur in den rechtsseitigen Leitungszweig L_2 gegeben werden.

Bei linksseitiger Stöpselung fliesst ein aus der Leitung L_1 ankommender Strom über das Galvanoskop, Taste T_1, Schreibapparat A_1 zur linken oberen Umschalterschiene, über den Stöpsel und die untere Schiene zum Körper der Taste T_2 und durch das Galvanoskop G_2 in den anderen Leitungszweig L_2.

Bei rechtsseitiger Stöpselung des Umschalters verläuft der Strom in entsprechender Weise.

Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit einem Schreibapparate.

4. Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung mit einem Schreibapparate (Fig. 98). Für diese Schaltung ist nur ein Farbschreiber und eine Taste vorgesehen; es kann deshalb auch nicht wie bei der Schaltung unter 3 in beiden Leitungszweigen zugleich gearbeitet werden. Mit Hülfe des Umschalters VII kann die Leitung in der Trennanstalt in zwei getrennte Zweige aufgelöst oder als durchgehende Leitung benutzt werden. Die beiden Galvanoskope bleiben stets in ihre Leitungszweige eingeschaltet, so dass sie jederzeit über die telegraphischen Vorgänge darin Aufschluss geben. Farbschreiber, Taste und Telegraphierbatterie werden nach Bedarf in den einen oder anderen Leitungszweig eingeschaltet. Künstliche Widerstände ersetzen bei Trennstellung den abgeschalteten Leitungszweig.

Durchgehende Leitung. Die Stöpsellöcher zwischen den linksseitigen und zwischen den rechtsseitigen Umschalterschienen werden gestöpselt.

Ankommender Strom. Leitung L_1 — Blitzableiter (in der Zeichnung weggelassen) — Galvanoskop G_1 — linksseitige durch Stöpsel verbundene Umschalterschienen — Schreibapparat — Ruheschiene und Mittelschiene der Taste — rechtsseitige durch Stöpsel verbundene Umschalterschienen — zweites Galvanoskop — Leitung L_2.

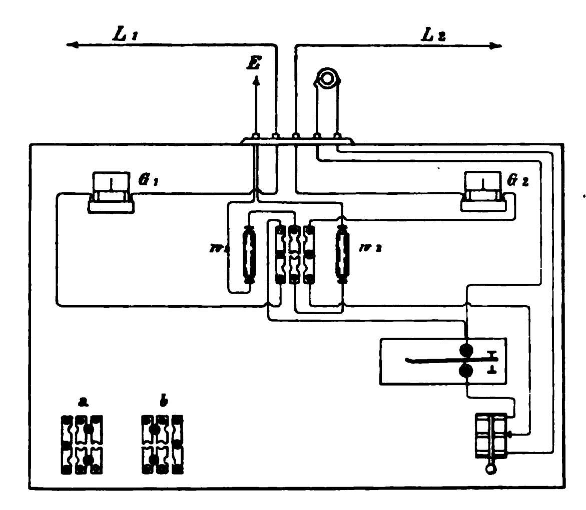


Fig. 98.

Abgehender Strom. Bei Tastendruck sendet die Batterie Strom in beide Leitungszweige. Der eine Pol liegt dauernd über die linksseitigen Umschalterschienen, das Galvanoskop G_1 und den Blitzableiter am Leitungszweige L_1, der andere nach dem Arbeitskontakte der Taste geleitete Pol wird durch den niedergedrückten Tastenhebel über die rechtsseitigen Umschalterschienen, das Galvanoskop G_2 und den Blitzableiter mit dem Leitungszweige L_2 verbunden.

Trennstellung mit Apparat und Taste in Leitung L_1. Im Umschalter werden die beiden linksseitigen Schienen miteinander und die rechtsseitigen mit den nebenliegenden mittleren Schienen verbunden (Stöpselstellung *a*).

Ankommender Strom. Leitung L_1 — Blitzableiter — Galvanoskop G_1 — linksseitige durch Stöpsel verbundene Schienen — Schreibapparat — Ruheschiene und Körper der Taste — untere rechtsseitige Schiene des Umschalters — untere mittlere Schiene — Widerstand w_2, welcher dem Gesamtwiderstande der abgetrennten Leitung L_2 entspricht, — Erde.

Der aus L_2 kommende Strom geht über den Blitzableiter, das Galvanoskop G_2, die obere rechtsseitige und die obere mittlere Umschalterschiene durch den Widerstand w_1, welcher dem Widerstande der Leitung L_1 entspricht, zur Erde.

Abgehender Strom. Der eine Pol der Batterie liegt über die beiden linken Umschalterschienen, das Galvanoskop G_1 und den Blitzableiter an der Leitung L_1; der andere Pol ist bei Tastendruck über den Körper der Taste, die untere rechtsseitige und die untere mittlere Umschalterschiene und über den Widerstand w_2 mit Erde verbunden.

Trennstellung mit Apparat und Taste in Leitung L_2. Im Umschalter werden die beiden rechtsseitigen Schienen miteinander und die beiden linksseitigen mit den nebenliegenden mittleren Schienen durch Stöpsel verbunden (Stöpselstellung *b*). Der Strom verläuft in entsprechender Weise wie bei Einschaltung von Apparat und Taste in Leitung L_1.

Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Schreibapparate.

5. Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Schreibapparate (Fig. 99). Für die Schaltung sind zwei Schreibapparate mit Übertragungsvorrichtung und zwei Umschalter V erforderlich.

Stehen beide Umschalterkurbeln nach rechts, so hat das Amt Übertragungsstellung; sind die Kurbeln nach links gelegt, so hat das Amt Trennstellung und jeder Leitungszweig wird mit den zugehörigen Apparaten besonders betrieben. Die Ruhekontakte der Schreibapparate sind mit den Ruheschienen der Tasten, ebenso die Arbeitskontakte der Schreibapparate mit den Arbeitsschienen der Tasten über Kreuz verbunden, also z. B. der Ruhekontakt des linksseitigen Apparats mit der Ruheschiene der rechtsseitigen Taste. Die Batterien, deren Stärke dem Widerstande des zugehörigen Leitungszweigs entspricht, liegen mit dem einen Pole an Erde, mit dem anderen Pole an der Arbeitsschiene der zugehörigen Taste und durch die Kreuzverbindung auch an dem Arbeitskontakte des in den anderen Leitungszweig eingeschalteten Schreibapparats. Es kann auch eine gemeinsame Batterie Verwendung finden. Die Hebel der Schreibapparate sind über Kreuz mit den rechtsseitigen Klinken der Umschalter V verbunden.

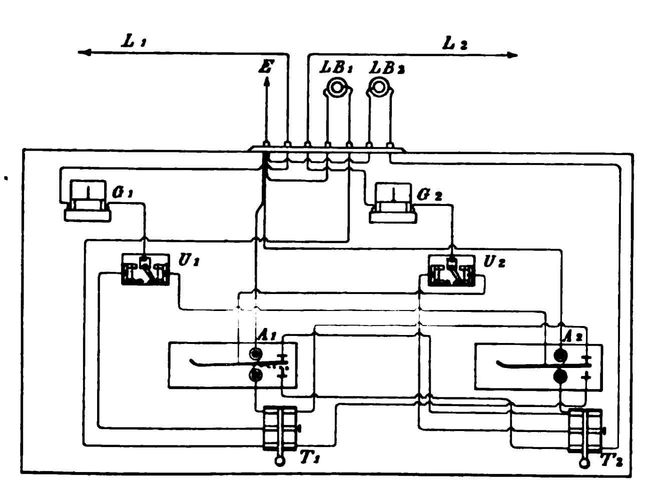


Fig. 99.

Übertragungsstellung. a) Ankommender Strom aus Leitung L_1: Blitzableiter (in der Zeichnung weggelassen) — Galvanoskop G_1 — Umschalterkurbel — rechte Schiene des Umschalters U_1 — Hebel und Ruhekontakt des Schreibapparats A_2 — Ruheschiene der Taste T_1 — Elektromagnet des Schreibapparats A_1 — Erde.

Der Ankerhebel des Apparats A_1 wird an den unteren Kontakt gelegt; infolgedessen geht ein Strom aus der Batterie LB_2 über die Arbeitsschiene der Taste T_2, den Arbeitskontakt des Schreibapparats A_1, den Ankerhebel und Körper dieses Apparats, die rechte Schiene des Umschalters U_2, Galvanoskop G_2 und Blitzableiter in die Leitung L_2.

b) Ankommender Strom aus Leitung L_2: Der Stromlauf entspricht demjenigen unter a. Der Schreibapparat A_2 spricht an und sendet aus der Batterie LB_1 einen Strom in der Leitung L_1.

Trennstellung. Die Schaltung jedes Leitungszweigs entspricht dem Stromlaufe für eine Endstelle in einer Arbeitsstromleitung ohne Relais, jedoch ist zwischen Galvanoskop und Tastenkörper ein Umschalter V eingeschaltet.

Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Relais.

6. Übertragung in einer Arbeitsstromleitung mittelst Relais (Fig. 100). Solche Übertragungen für oberirdische Arbeitsstromleitungen werden unter Verwendung deutscher polarisierter Relais grosser Form auf den Ämtern eingerichtet, welche nur zur Übertragung, also nicht auch zum Betrieb, in die Leitungen eingeschaltet sind. Die Elektromagnetrollen der Relais sind hintereinander zu schalten und die Relais so einzustellen, dass ihre Anker durch die Wirkung der Telegraphierströme an-

gezogen werden. Die in Fig. 100 gezeichnete Hebellage ist also die bei ruhender Korrespondenz. Ein aus Leitung L_1 ankommender Strom geht über Blitzableiter, Galvanoskop, Hebel und Ruhekontakt des Relais R_1 durch die Elektromagnetumwindungen des Relais R_2 zur Erde.

Der Ankerhebel des Relais R_2 spricht an und sendet aus der für die Leitung L_2 abgezweigten Übertragungsbatterie, deren einer Pol an Erde liegt, einen Strom über den Körper des Relais R_2, das zugehörige Galvanoskop und den Blitzableiter in die Leitung L_2.

Ein aus Leitung L_2 ankommender Strom setzt in entsprechender Weise das Relais R_1 in Thätigkeit, und dieses schickt den Strom der ganzen Übertragungsbatterie in die Leitung L_1.

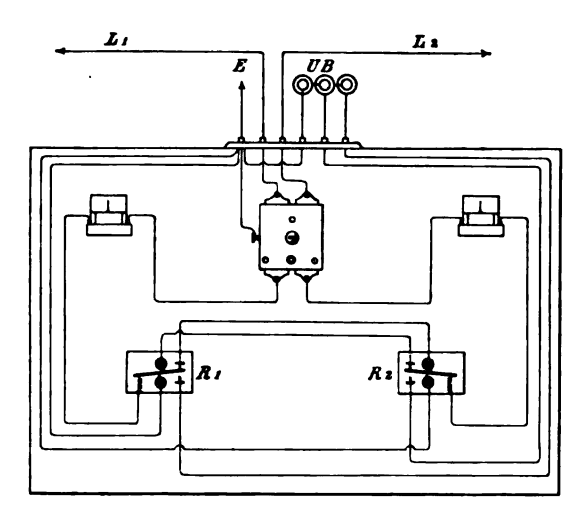


Fig. 100.

7. Endstelle in einer Ruhestromleitung ohne Batterie. Stromlauf: Leitung — rechte Blitzableiterplatte — Galvanoskop — Mittelschiene der Taste — Tastenhebel — Ruheschiene — Elektromagnetrollen des Schreibapparats — linke Blitzableiterplatte — Erde.

Endstelle in einer Ruhestromleitung ohne Batterie.

Bei dieser Schaltung fliesst beständig Strom aus den Batterien der übrigen Anstalten in der Leitung. Wird der Strom durch Tastendruck auf irgend einer Anstalt der Leitung unterbrochen, so sprechen sämtliche in die Leitung eingeschalteten Schreibapparate an.

8. Endstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie. Zwischen die rechte Blitzableiterplatte und das Galvanoskop ist die Batterie eingeschaltet; sonst ist der Stromlauf derselbe wie zu 7. Die Batterie ist bezüglich der Pole in .demselben Sinne in den Stromlauf geschaltet, wie die übrigen in der Leitung vorhandenen Batterien.

Endstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie.

9. Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie. Die linke Blitzableiterplatte ist nicht mit der Erde, sondern mit dem zweiten Leitungszweige verbunden; sonst ist der Stromlauf derselbe wie zu 8.

Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Batterie.

10. Trennstelle in einer Ruhestromleitung (Fig. 101). Als Hülfsapparat ist ein Umschalter VI erforderlich. Bei Stöpselung des Loches zwischen Mittelschiene und unterer Schiene des Umschalters, wie in der Figur angegeben, arbeitet die Anstalt als Trennstelle; jede Leitung ist als Endstelle mit Batterie geschaltet. Bei Stöpselung eines der Löcher zwischen den beiden oberen Schienen und der Mittelschiene wird das Amt als Zwischenstelle geschaltet; wird das linksseitige Loch gestöpselt, so ist der rechtsseitige Apparat A_2 in die Leitung L_1 L_2 eingeschaltet, bei Stöpselung des rechtsseitigen Loches der linksseitige Apparat A_1.

Trennstelle in einer Ruhestromleitung.

11. Endstelle und Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Schreibapparat und Wecker (Fig. 102). Die Schaltung kommt hauptsächlich bei Telegraphenanstalten mit Unfallmeldedienst zur

End- und Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung mit Schreibapparat und Wecker.

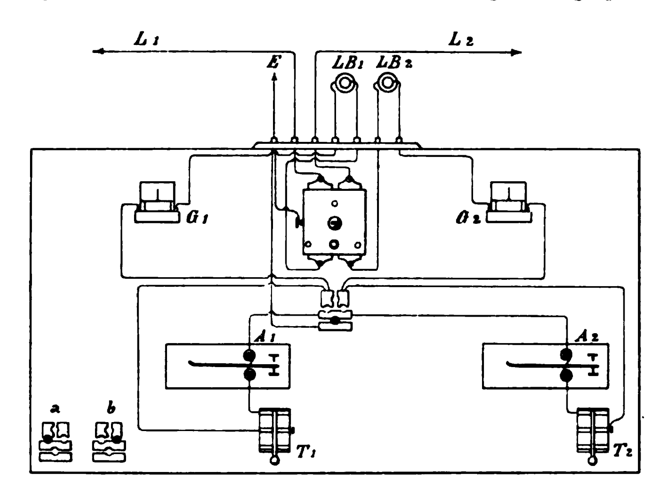


Fig. 101.

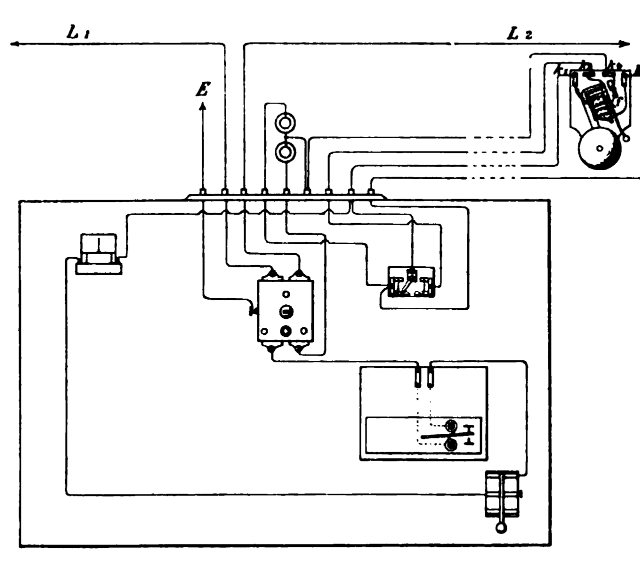


Fig. 102.

Anwendung; sie ermöglicht, dass durch die Klingelzeichen des Weckers ein Beamter auch zu solchen Zeiten an den Apparat gerufen werden kann, in welchen eine ständige Beobachtung des letzteren nicht stattfindet. Als Wecker dient ein gewöhnlicher Wecker mit Selbstunterbrechung, der ausser den beiden Klemmen k_1 und k_2 für die Enden der Elektromagnetumwindungen noch zwei weitere Klemmen k_3 und k_4 besitzt, von welchen die eine mit dem Anker, die andere mit der Unterbrechungsfeder f in Verbindung steht. Zum Betriebe des Weckers wird eine Abzweigung der Linienbatterie, nach Erfordernis auch die ganze Linienbatterie benutzt. Zur Verhütung von Kurzschlüssen der Batterie ist die Ausschlussfeder vom Wecker abzunehmen. Die Schaltung ist im wesentlichen dieselbe wie bei End- oder Zwischenstellen mit Batterie ohne Wecker. Zwischen Galvanoskop und Batterie ist ein Umschalter V zur Ein- und Ausschaltung des Weckers eingefügt.

Betriebsstellung. — Die Kurbel des Umschalters steht nach links; der Schreibapparat ist in die Leitung eingeschaltet und der Wecker ausgeschaltet. Stromlauf: Leitung L_1 (bez. Erde bei Endstellen) — linke Blitzableiterplatte — Schreibapparat — Taste — Galvanoskop — Umschalterkurbel — linke Umschalterschiene — Batterie — rechte Blitzableiterplatte — Leitung L_2.

Die Umwindungen des Weckers sind bei dieser Stellung der Umschalterkurbel über die Klemme k_1, Umschalterkurbel, linksseitige Umschalterschiene und Klemme k_2 kurz geschlossen.

Weckstellung. — Die Kurbel des Umschalters steht nach rechts. Stromlauf: Leitung L_1 (bez. Erde bei Endstellen) — linke Blitzableiterplatte —

Schreibapparat — Taste — Galvanoskop — Weckerklemme k_1 — Weckerumwindungen — Weckerklemme k_2 — linke Umschalterschiene — Batterie — rechte Blitzableiterplatte — Leitung L_2.

Bei ruhender Korrespondenz ist also der Weckeranker gleich dem Anker des Schreibapparats dauernd angezogen. Wird durch Tastendruck eines Amtes die Leitung unterbrochen, so spricht der Schreibapparat an; zugleich fällt der Weckeranker ab und legt sich gegen die Unterbrechungsfeder f. Hierdurch entsteht für die von der Linienbatterie abgezweigte Weckbatterie ein Stromschluss von dem einen Batteriepol über k_4, Unterbrechungsfeder f, Weckeranker, Weckerklemme k_3, rechte Umschalterschiene, Umschalterkurbel, Weckerklemme k_1, Weckerumwindungen, Weckerklemme k_2, linke Umschalterschiene zum anderen Batteriepole. In diesem Stromkreise wirkt der Wecker als Selbstunterbrecher. Er rasselt infolgedessen und bringt die telegraphierten Morsezeichen zu Gehör.

Betriebsstelle in mehreren Ruhestromleitungen mit einem Schreibapparate.

12. B e t r i e b s s t e l l e i n m e h r e r e n R u h e s t r o m l e i t u n g e n m i t e i n e m g e m e i n s a m e n S c h r e i b a p p a r a t e. Die Schaltung findet hauptsächlich da Verwendung, wo für mehrere Ruhestromleitungen nur während der Nacht ein gemeinschaftlicher Farbschreiber benutzt werden soll. Die Einrichtung ist so getroffen, dass jede Leitung mittelst eines Umschalters VII für gewöhnlich auf einen Wecker von der unter 11 beschriebenen Einrichtung, zur Abwicklung des Telegrammverkehrs aber auf den gemeinschaftlichen Schreibapparat geschaltet werden kann.

b) Betrieb unterirdischer Leitungen.

Unterirdische Leitungen werden nur mit Arbeitsstrom betrieben. Wegen ihrer hohen Ladungsfähigkeit und der dadurch bedingten Stromverzögerung müssen die Empfangsapparate bei geringem Rollenwiderstande grosse Empfindlichkeit besitzen.

a) K ü r z e r e u n t e r i r d i s c h e L e i t u n g e n. — Bei Endstellen und Trennstellen o h n e Übertragung werden den Schreibapparaten deutsche polarisierte Relais kleiner Form vorgeschaltet (vgl. Fig. 96). Trennstellen m i t Übertragung erhalten deutsche polarisierte Relais grosser Form mit nebeneinander geschalteten Elektromagnetrollen.

Übertragungsstellen ohne Schreibapparate erhalten polarisierte Relais mit drehbaren Kernen, wenn die deutschen polarisierten Relais grosser Form nicht empfindlich genug sind. Die deutschen polarisierten Relais sind so einzuschalten, dass sie auf „Anziehen" des Ankers wirken.

b) L ä n g e r e u n t e r i r d i s c h e L e i t u n g e n. — Zur Beschleunigung der Entladung nach jeder Stromsendung werden die Leitungen mit Induktanzrollen verbunden. Ferner wird nach jedesmaliger Ankeranziehung für die Dauer des Zeichens ein Nebenschluss zu den Elektromagnetrollen des Relais hergestellt, durch den ein Teil des ankommenden Stromes unter Umgehung des Relais zur Erde fliesst; diese Einrichtung begünstigt das rasche Abfallen des Ankers nach jedem Zeichen.

Endstelle in einer längeren unterirdischen Leitung.

1. E n d s t e l l e i n e i n e r l ä n g e r e n u n t e r i r d i s c h e n L e i t u n g (Fig. 103). Die Schaltung der Apparate erfolgt nach dem Stromlaufe für Endstellen in oberirdischen Leitungen mit Relais, der Farbschreiber muss jedoch mit Übertragungskontakten versehen sein. Die Induktanzrolle g wird

zwischen das Galvanoskop und die Erdklemme geschaltet. Ferner sind die Umwindungen des Relais durch einen künstlichen Widerstand w von etwa 350 Ohm mit dem Arbeitskontakte des Schreibapparats und dessen Körper mit der Erde zu verbinden.

Ankommender Strom. Leitung — linke Blitzableiterplatte — Galvanoskop. Dann verzweigt sich der Strom: ein Teil geht durch die Induktanzrolle zur Erde, der andere Teil geht über die Taste, durch die Umwindungen des Relais und über die rechte Blitzableiterplatte zur Erde.

Der Relaisanker legt sich gegen den unteren Kontakt und schliesst die Ortsbatterie. Der Hebel des Farbschreibers wird angezogen und verbindet, sobald er den unteren Kontakt erreicht, den mit den Relaisumwindungen und der Leitung in Verbindung stehenden Widerstand w über den Körper des Schreibapparats mit der Erde.

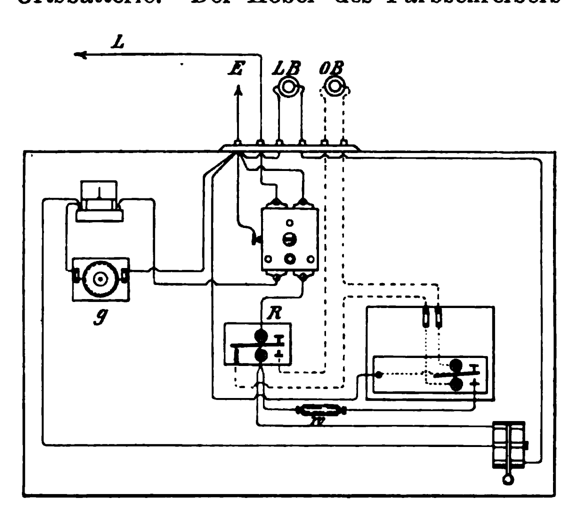


Fig. 103.

Nunmehr teilt sich der ankommende Strom beim Eintritt in das Relais: ein grosser Teil fliesst durch den Widerstand w zur Erde, der andere Teil durch das Relais. In diesem wird dadurch die Stromstärke so herabgemindert, dass sie gerade noch ausreicht, um den Relaisanker am unteren Kontakte festzuhalten. Der Anker kehrt deshalb sofort in die Ruhelage zurück, wenn die Stromstärke im Relais nach Loslassen der Taste im gebenden Amte eine weitere Schwächung erfährt.

Die Unterbrechung des Linienstroms hat ferner zur Folge, dass der in der Induktanzrolle entstehende Öffnungsextrastrom, welcher dem Entladungsstrom aus dem Kabel entgegen gerichtet ist, diesen schwächt und somit den abfallenden Ast der Stromkurve steiler macht.

Abgehender Strom: Batterie — Taste — Galvanoskop — linke Blitzableiterplatte — Leitung. Zweigstrom: Galvanoskop — Induktanzrolle — Erde. Wirkung der Induktanzrolle wie beim ankommenden Strome.

Trennstelle mit Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung.

2. Trennstelle mit Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung (Fig. 104). Die mit Übertragungseinrichtung versehenen Schreibapparate werden durch die Linienbatterie des empfangenden Amtes in Thätigkeit versetzt. Beide Leitungszweige sind wie bei der Endstellenschaltung mit Induktanzrollen verbunden, ebenso stehen die Relaisrollen durch die künstlichen Widerstände w_3 und w_4 von je etwa 350 Ohm mit den Arbeitskontakten der zugehörigen Farbschreiber in Verbindung, während die Körper der letzteren an Erde liegen. Zwischen die Relaiskörper und die Umwindungen der Schreibapparate sind die Widerstände w_1 und w_2 eingeschaltet; die Grösse eines solchen Widerstandes entspricht dem doppelten Widerstande des nicht zu dem betreffenden Apparatsatze gehörigen Leitungszweigs.

Trennstellung. — In beiden Umschaltern VII sind die in der Figur schwarz ausgefüllten beiden Löcher zwischen den mittleren und rechtsseitigen Schienen zu stöpseln.

Ankommender Strom: Leitung L_1 — Blitzableiter — Galvanoskop G_1 (Zweigstrom vom Galvanoskop durch die Induktanzrolle zur Erde) — obere mittlere und obere rechte Umschalterschiene — Taste T_1 — untere rechte und untere mittlere Umschalterschiene — Relaisumwindungen — Erde.

Der Hebel des Relais R_1 wird angezogen und schliesst die Batterie, deren einer Pol an Erde liegt, durch den künstlichen Widerstand w_1 und die Umwindungen des Farbschreibers A_1. Der Schreibhebel des letzteren legt sich gegen den Arbeitskontakt, sodass ein Teil des ankommenden Linienstroms durch den Widerstand w_3 zur Erde abgeleitet wird, ohne das Relais zu durchlaufen. Induktanzrolle und Nebenschliessung zu den Relaisumwindungen wirken in derselben Weise wie bei der Endstellenschaltung.

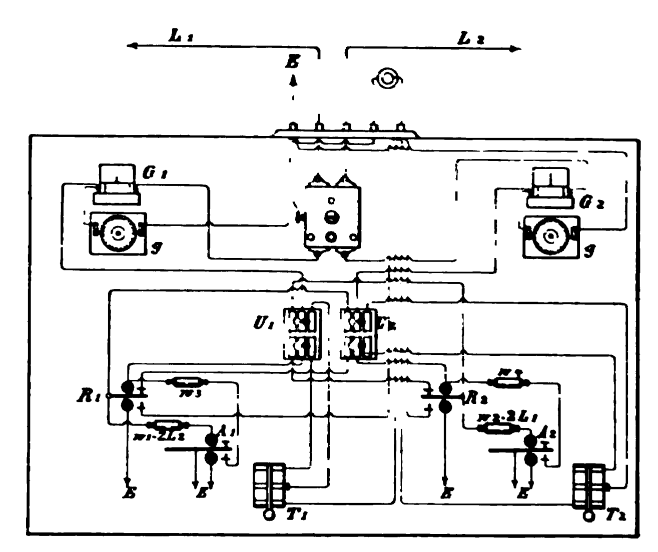


Fig. 104.

Abgehender Strom: Batterie, deren einer Pol an Erde liegt — Arbeitsschiene der Taste T_1 — Mittelschiene — obere rechte und mittlere Umschalterschiene — Galvanoskop (Zweigstrom durch die Induktanzrolle zur Erde) — Blitzableiter — Leitung L_1. Der Stromlauf für den Leitungszweig L_2 ist ähnlich.

Übertragungsstellung. — In beiden Umschaltern VII sind die in der Figur nicht schwarz ausgefüllten beiden Löcher zwischen den mittleren und linksseitigen Schienen zu stöpseln.

Ankommender Strom: Leitung L_1 — Blitzableiter — Galvanoskop G_1 (Zweigstrom durch die Induktanzrolle zur Erde) — obere mittlere und linke Schiene des Umschalters U_1 — Hebel und Ruhekontakt des Relais R_2 — untere linke und mittlere Schiene des Umschalters U_1 — Umwindungen des Relais R_1 — Erde.

Übertragungsstrom: Der Ankerhebel des Relais R_1 wird gegen den Arbeitskontakt gelegt; aus der Batterie fliesst ein Strom über den Arbeitskontakt des Relais R_1 — Ankerhebel — obere linke und mittlere Schiene des Umschalters U_2 — Galvanoskop G_2 (Zweigstrom durch die Induktanzrolle zur Erde) — Blitzableiter — in die Leitung L_2.

Ein Teil des Übertragungsstroms geht vom Körper des Relais R_1 durch den Widerstand w_1 und die Umwindungen des Farbschreibers A_1 zur Erde. Dieser Farbschreiber giebt somit die in die Leitung L_2 gelangenden Zeichen wieder; sein Schreibhebel stellt ausserdem durch den künstlichen Widerstand w_3 die erforderliche Nebenschliessung zum Relais R_1 her.

Auch der aus der Leitung L_1 ankommende Strom verzweigt sich am Körper des Relais R_2; doch ist der vom Relaiskörper durch den Widerstand w_2 und die Windungen des Schreibapparats A_2 zur Erde fliessende Zweigstrom so schwach, dass er auf den Schreibapparat keinen Einfluss ausübt.

Ein aus der Leitung L_2 ankommender Strom nimmt einen gleichartigen Verlauf.

Trennstelle ohne Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung.

3. Trennstelle ohne Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung. Die Schaltung stimmt im wesentlichen mit der Schaltung für eine Trennstelle in einer oberirdischen Arbeitsstromleitung mit zwei Schreibapparaten überein; den mit Übertragungsvorrichtung versehenen Farbschreibern sind jedoch deutsche polarisierte Relais kleiner Form vorgeschaltet. Induktanzrollen kommen nicht zur Anwendung; die als Nebenschliessung für die Relais dienenden Widerstände von je 350 Ohm werden einerseits mit den Relaisumwindungen, andererseits mit dem Arbeitskontakte des zugehörigen Schreibapparats verbunden. Von den Körpern der Schreibapparate führt je ein Draht nach der Ruheschiene der zugehörigen Taste. Die Schreibapparate werden durch eine besondere Ortsbatterie bethätigt. Der Stromlauf lässt sich hiernach unter Benutzung der Fig. 97 leicht entwerfen.

Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung mittelst Relais.

4. Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung mittelst Relais. Die Schaltung entspricht dem Stromlaufe für Trennstellen mit Übertragung in einer längeren unterirdischen Leitung; nur kommen die beiden Umschalter VII in Wegfall und an Stelle der Schreibapparate treten zwei Hülfsrelais. Der Stromlauf lässt sich hiernach unter Benutzung der Fig. 104 leicht entwerfen.

Schaltungen für Leitungen mit Apparatsystemen in getrennten Räumen.

Schaltungen für Leitungen mit Apparatsystemen in getrennten Räumen. Wenn bei einer Telegraphenanstalt das Bedürfnis vorliegt, die Leitungen für gewisse Stunden — etwa während der Nacht — vom Telegraphenbetriebszimmer nach einem anderen Raume zu schalten, so werden die erforderlichen Umschaltungen durch Umschalter V, welche unmittelbar hinter den Plattenblitzableitern in die Leitungen einzuschalten sind, bewirkt. Der Stromlauf für die zweiten Apparatsysteme entspricht genau dem Stromlaufe für die Normalschaltung.

IV. Der polarisierte Doppelschreiber von Estienne.

Allgemeines.

Der von Eduard Estienne in Paris konstruierte polarisierte Doppelschreiber ist mehrere Jahre auch in der deutschen Reichs-Telegraphie mit Vorteil in Betrieb gewesen; er wurde dann durch die Einführung des Klopfers verdrängt. Die von dem Apparate gelieferte Schrift ist eine Morseschrift mit aufrecht gestellten Strichen und Punkten. Die Estienneschrift ist weniger gestreckt als die Morseschrift, sie nimmt auf dem Papierstreifen weniger Raum ein und ist deshalb übersichtlicher und leichter zu lesen. Bei der Estienneschrift ist das Weitertelegraphieren von Telegrammen gleich von den aufzuklebenden Papierstreifen ab recht gut durchführbar. Es müsste aber die Schreibvorrichtung des Apparats leichter regulierbar und so konstruiert werden, dass das gute Arbeiten von geringen Stromschwankungen unabhängiger gemacht wird. Letztere beide Übelstände haben wohl auch, neben der Einführung des Klopferbetriebs, hauptsächlich dazu beigetragen, dass von

einer Weiterverwendung des sonst vorzüglichen Apparats in der deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung abgesehen worden ist.

Zum Hervorbringen der Schrift dienen zwei Schreibfedern, deren eine durch positive und deren andere durch negative Ströme an den Papierstreifen heran bewegt wird. Die Ströme sind von gleicher Dauer; für den Abdruck eines Striches ist nicht mehr Zeit erforderlich als für den Abdruck eines Punktes. Die Erzeugung der Estienneschrift geht also rascher von statten als die der Morseschrift; ein gewandter Telegraphist kann mit dem Estienneschreiber gut 40 % mehr leisten als mit dem Morseapparat.

Als Geber werden zwei auf einem gemeinschaftlichen Grundbrette zu einer Art Doppeltaste vereinigte Tasten benutzt; die Punkttaste (links) sendet negative, die Strichtaste (rechts) positive Ströme in die Leitung. In Leitungen, welche nicht ununterbrochen im Betriebe sind, wird neben dem Empfänger noch ein Wecker eingeschaltet, weil der Anschlag der Schreibhebel allein für den Anruf nicht genügt.

Estienneschrift.

Anfänglich benutzte ESTIENNE zur Erzeugung der Schrift Schreibfedern von gleicher Breite, welche aufrecht stehende Zeichen von der Länge eines Morsepunktes lieferten. Die Einrichtung war so getroffen, dass die Strichzeichenfeder beim Schreiben gleichzeitig auch die Punktzeichenfeder an den Papierstreifen drückte. Das Strichzeichen wurde hierdurch in zwei übereinander stehenden und durch einen Zwischenraum getrennten Punkten dargestellt. Hierzu folgende Schriftprobe:

e s t i e n n e

Fig. 105.

Später (seit 1884) verwendete ESTIENNE eine schmale und eine breite Schreibfeder; sie liefern nachstehende Schrift:

a b c d e f g h i k · l m n

o p q r s t u v w x y z

Fig. 106.

Apparate d. Estiennesystems.

Die Apparate des Estiennesystems. Die Hauptapparate des Estiennesystems sind die Doppeltaste und der polarisierte Doppelschreiber; die Nebenapparate sind dieselben wie beim Morsesystem.

Doppeltaste.

Die Doppeltaste (Fig. 107). Sie besteht im wesentlichen aus zwei auf einem hölzernen Grundbrette nebeneinander aufgeschraubten Morsetasten mit federnden Kontakten. Auf das vordere Ende jedes Tastenhebels ist an Stelle des Morsetastenknopfes eine Ebonitplatte aufgeschraubt, in welche ein Punkt- bzw. ein Strichzeichen aus weissem Material eingelegt ist. Aus jeder Ruheschiene stehen zwei Kontaktstifte s_1 und s_2 hervor. Der Kontaktstift s_1 besteht aus einem Stahlstifte, dem ein in den Hebel eingeschraubter Stahl-

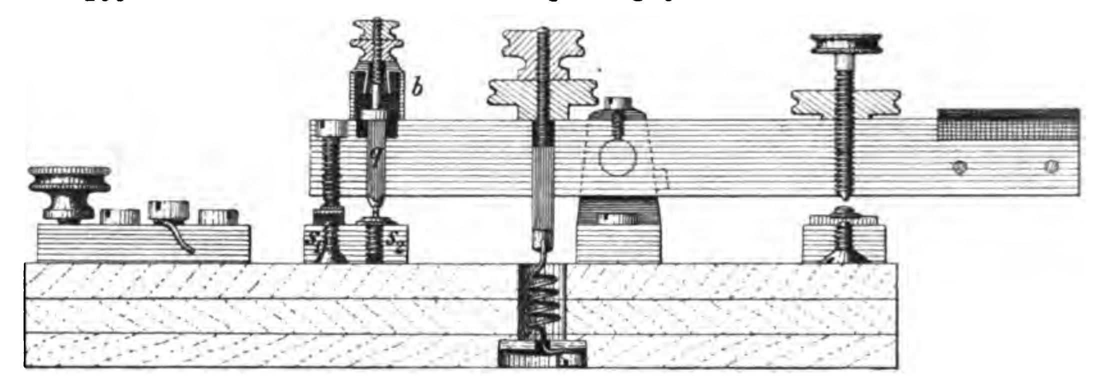


Fig. 107.

stift gegenübersteht. Zur Verminderung des Geräusches beim Zusammenschlagen der beiden Kontaktstifte ist zwischen ihnen eine flache Stahlfeder auf den Ruheschienen befestigt; dieselbe Einrichtung ist für die Arbeitskontakte getroffen. Dem zweiten aus Platin gefertigten Kontaktstifte s_2 gegenüber ist in einer Durchbohrung des Tastenhebels ein federnder Anschlagstift q mit eingelassenem Platinkontaktstift angebracht, dessen oberes Ende mit einem Schraubengewinde versehen und von einer an dem Tastenhebel befestigten Buchse b umgeben ist. Um den innerhalb der Buchse befindlichen Teil des Stiftes q liegt eine kleine Spiralfeder (in der Figur nicht angedeutet), deren Kraft den Stift leicht nach abwärts drückt. Die Lage des Stiftes q zum Kontaktstifte s_2 kann durch eine Schraubenmutter mit Gegenmutter

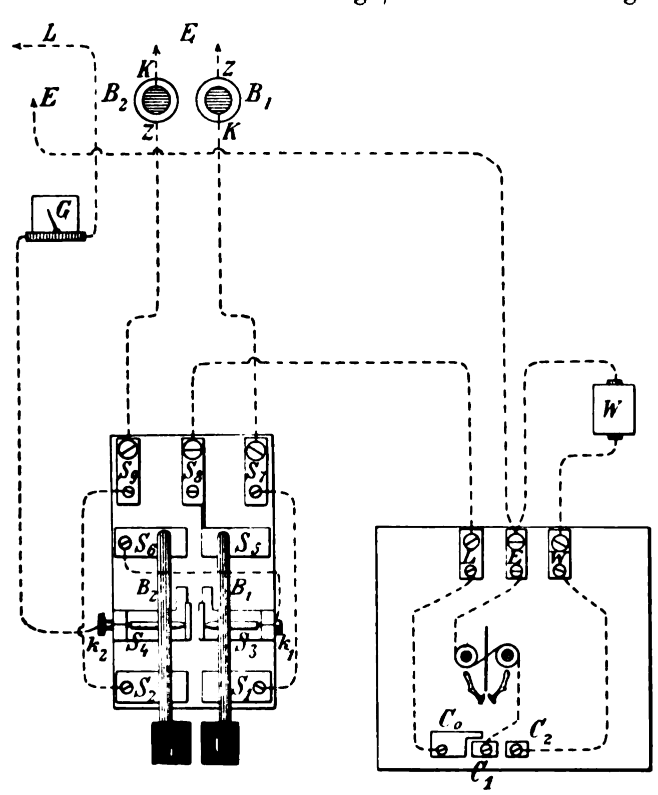


Fig. 108.

verändert werden. Der federnde Stift sichert den Kontakt bei s_2 noch eine kurze Zeit, nachdem der Kontakt bei s_1 beim Niederdrücken der Taste schon aufgehoben ist; ebenso tritt der Kontakt bei s_2 nach dem Loslassen der Taste etwas früher ein als bei s_1. Diese Einrichtung bewirkt eine schnellere Entladung der Leitung und hat sich namentlich im Kabelbetriebe bewährt. Die Drahtverbindungen innerhalb der Taste und deren Einschaltung sind aus Fig. 108 ersichtlich.

Für den polarisierten Doppelschreiber ist das Laufwerk des Morseschreibers unverändert beibehalten worden, auch die Papierführung und der Farbekasten sind im wesentlichen dieselben wie beim Morseschreiber. Die Schreibvorrichtung und die elektromagnetischen Teile sind dagegen wesentlich anders gestaltet.

Der polarisierte Doppelschreiber

Der Schreibapparat.

Die Schreibvorrichtung (Fig. 109 u. 110). Sie besteht aus zwei Schreibfedern i_1 und i_2, welche die Farbe durch Kapillarwirkung aus dem Farbebehälter F entnehmen. Die Übertragung der Farbe auf den oberhalb der Federn vorbeigeführten Papierstreifen bewirkt ein Streifen Schafleder,

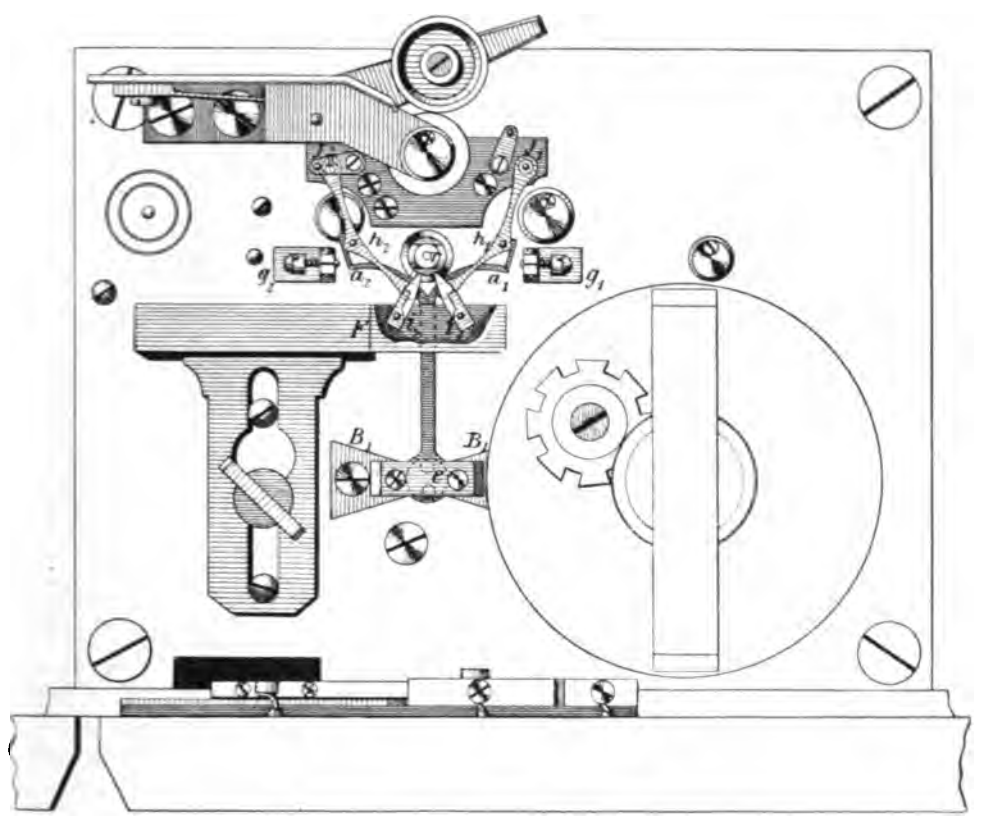


Fig. 109.

welcher in die zangenförmigen Enden der Schreibfedern eingeklemmt ist. Die beiden schwach gebogenen Schreibhebel h_1 und h_2, auf welche die Schreibfedern angenietet sind, stecken leicht drehbar auf den Stiften J_1 und J_2, zwei kleine Vorreiber verhindern das Heruntergleiten der Hebel von den Stiften. Gegen den um das Röllchen r laufenden Papierstreifen werden die Schreibfedern durch die beiden Zinken a_1 und a_2 einer Stahlgabel gedrückt, welche in das verstärkte Ende einer messingenen Welle c eingeschraubt ist. In der Ruhelage legen sich die beiden Schreibhebel durch ihr Gewicht an die beiden Zinken der Gabel an. Wird durch die Stromwirkung die Gabel um die Welle c nach links oder rechts gedreht, so erfasst sie mit den Zinken a_1 und a_2 einen aus dem betreffenden Schreibhebel nach rückwärts vorstehenden Stift und drückt so die Punkt- oder Strichfeder gegen das Papier.

Vorbedingung zur Erzeugung einer guten Schrift ist, dass bei nicht ausgelöstem Laufwerke die Striche und Punkte bei Tastendruck auf einer und derselben Stelle des Streifens abgedruckt werden. Man erreicht dies durch Einstellung der Gabel mittelst der ihre Bewegung begrenzenden Anschlagschrauben g_1 und g_2 und eine dazu passende Stellung des verschiebbar angeordneten Röllchens *r*.

Die elektromagnetischen Teile.

Die elektromagnetischen Teile. Die Gabelwelle ist mit zwei in sie eingesetzten Stahlzapfen in zwei Bügeln B_1 und B_2 (Fig. 110) gelagert, welche an der vorderen und an der hinteren Apparatwange angeschraubt sind. Ausserhalb der hinteren Apparatwand sitzt auf der Gabelwelle die stabförmige

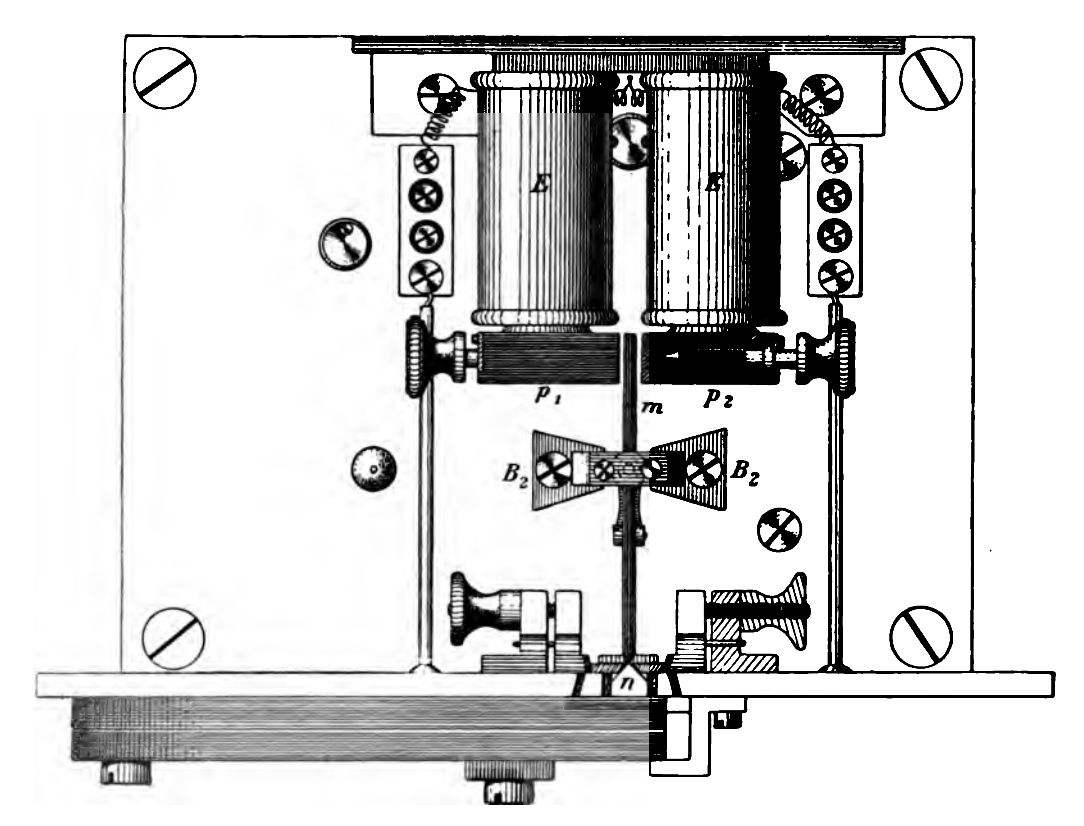


Fig. 110.

Zunge *m* aus weichem Eisen; sie ragt mit ihrem oberen Ende in den Zwischenraum hinein, der durch die verstellbaren Polschuhe p_1 und p_2 der Kerne des Elektromagnets *E* gebildet wird. Das untere Zungenende läuft in eine Schneide aus, welche einem ebenfalls in eine Schneide auslaufenden Stäbchen *n* aus weichem Eisen gegenübersteht. Dieses Stäbchen, Läufer genannt, bildet einen beweglichen Polschuh — Nordpol — eines an der Unterseite des Apparatkastens befestigten zweilamelligen Hufeisenmagnets. Durch den Läufer wirkt der Hufeisenmagnet polarisierend auf die Zunge; er strebt sie in eine bestimmte Mittellage einzustellen, bei welcher die Schneiden von *m* und *n* einander gegenüberstehen.

Je nachdem ein positiver oder ein negativer Telegraphierstrom die Umwindungen des Elektromagnets durchläuft, wird entweder der Polschuh p_1

nordmagnetisch und der Polschuh p_2 südmagnetisch oder umgekehrt. Da der Läufer n unmittelbar auf dem Nordpol des Dauermagnets A aufsitzt, so ist er selbst nordmagnetisch und erzeugt somit auf dem unteren Ende der Zunge m Südmagnetismus, auf dem oberen zwischen den Polschuhen p_1 und p_2 befindlichen Ende dagegen Nordmagnetismus. Die Zunge wird also während der Stromdauer gleichzeitig von dem einen Polschuh angezogen und von dem anderen abgestossen. Die Bewegungen der Zunge übertragen sich auf die Gabelwelle und durch diese auf die Gabel, sodass entweder die Punktfeder oder die Strichfeder gegen das Papier gedrückt wird.

Schaltung.

Die Schaltung der Leitungen für den Betrieb mit dem polarisierten Doppelschreiber. In der Regel werden nur zwei Telegraphenbetriebsstellen als Endanstalten in eine Leitung für Estiennebetrieb eingeschaltet; die Einschaltung einer Trennanstalt nach Massgabe der Einrichtung von Trennanstalten in Arbeitsstromleitungen für Morsebetrieb ist zwar durchführbar, aber ebensowenig wie die Einrichtung von Übertragungsämtern mittelst polarisierter Relais zu empfehlen.

Endanstalt (Fig. 108). Die vom Blitzableiter kommende Leitung L geht durch das Galvanoskop G nach der linken Seite der Doppeltaste zur Klemme k_2. Ein aus der Leitung kommender Strom gelangt auf diesem Wege über die Schiene S_4, den Tastenhebel B_2 zur Schiene S_6, von da durch einen Verbindungsdraht zur Schiene S_3, über den Tastenhebel B_1 zu den miteinander verbundenen Schienen S_5 und S_8 und hierauf durch die Umwindungen des Apparats zur Erde, wenn das Laufwerk eingeschaltet ist, d. h. wenn der Anhaltehebel nach links geschoben ist und die Kontaktschienen C_0 und C_1 verbindet. Ist der Anhaltehebel nach rechts geschoben, d. h. das Laufwerk gehemmt, so ist der Wecker W über die Kontaktschienen C_0, C_1 und C_2 in die Leitung eingeschaltet.

Die Stromgebung geschieht auf folgende Weise: Soll der Empfangsapparat einen Strich schreiben, so wird auf dem gebenden Amte der Tastenhebel B_1 niedergedrückt. Vom Kupferpole der Batterie B_1 gelangt dann ein Strom über die Schienen S_7 und S_1, den Tastenhebel B_1, die Schienen S_8 und S_6 und den ruhenden Tastenhebel B_2 in die Leitung L. Wird die Punkttaste gedrückt, so findet der Strom vom Zinkpole der Batterie B_2 einen Weg über die Schienen S_9 und S_2, sowie die Schiene S_4 in die Leitung.

V. Der Heberschreiber.

Der Heberschreiber oder Siphon-Rekorder findet für den Betrieb der langen unterseeischen Kabelleitungen Verwendung. Er wurde 1867 in Glasgow von dem Professor William Thomson, späterem Lord Kelvin, erfunden. Seine Wirkung beruht auf der Ablenkung des einen Multiplikatorrahmen durchlaufenden Telegraphierstroms durch einen Magnet.

Multiplikatorrahmen und Magnetsystem.

Multiplikatorrahmen und Magnetsystem (Fig. 111 u. 112). Ein sehr feiner, isolierter Kupferdraht ist in vielen Windungen zu einem leichten, rechteckig gebogenen Rahmen R aufgewickelt. Der Drahtrahmen hängt bei den neueren Apparaten an zwei Seidenfäden F in einem magnetischen Felde, welches durch einen sehr grossen und starken, aus mehreren hufeisenförmigen Lamellen bestehenden Dauermagnet M und ein in den Rahmen hineinragendes, an dem Apparatgestelle befestigtes Stück weiches Eisen E gebildet wird. Die Pole des Hufeisenmagnets sind verstellbar, so dass die

Wirkung des magnetischen Feldes auf den Rahmen nach Erfordernis verstärkt oder geschwächt werden kann.

An der unteren Rahmenseite ist in der Mitte ein über die Rolle O geführter Seidenfaden F_1 befestigt; dieser steht mit einer regulierbaren Spiralfeder in Verbindung. Die Beweglichkeit des Rahmens kann durch diese Vorrichtung der jeweiligen Sprechgeschwindigkeit angepasst werden. Der Telegraphierstrom wird dem Rahmen durch die Drähte A und B zugeführt;

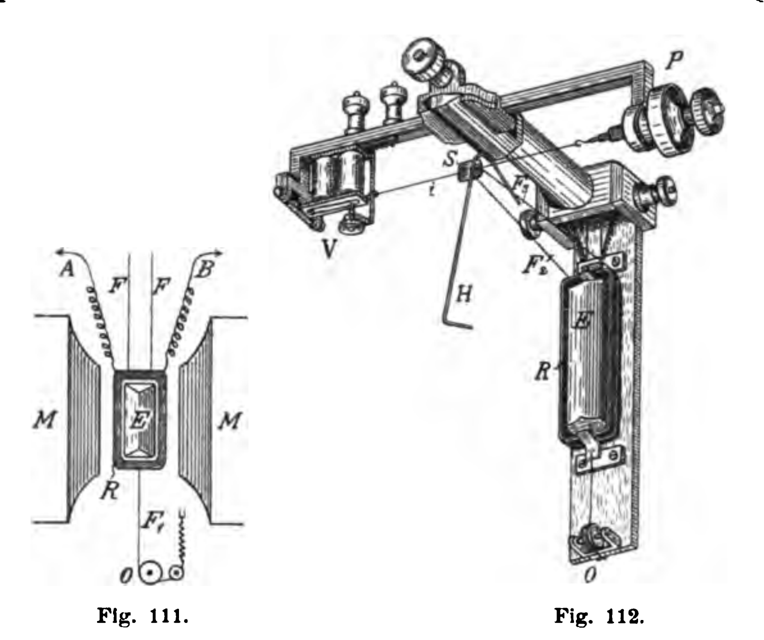


Fig. 111. Fig. 112.

der eine Draht ist mit der Leitung, der andere mit der Erde verbunden. Je nach der Richtung des Telegraphierstroms dreht sich der Drahtrahmen nach der einen oder der anderen Seite. Die Bewegung des Rahmens übertragen zwei an den beiden oberen Rahmenecken befestigte gleich lange Seidenfäden F_2 F_3 auf die Schreibvorrichtung.

Schreibvorrichtung.

Die Schreibvorrichtung. Sie besteht aus einem äusserst leichten Glasheber H, dessen kürzerer Schenkel in ein mit Anilinblaulösung gefülltes Gefäss eintaucht. Der längere Arm schwebt dicht über dem sich von unten nach oben bewegenden Papierstreifen. Durch eine Vibriervorrichtung wird das Heberröhrchen in gleichmässige zitternde Bewegung versetzt, so dass die Farbe als feiner Regen aus der das Papier nicht berührenden Spitze des Hebers abfliesst. So lange der Drahtrahmen sich in der Ruhelage befindet, entsteht daher in der Mitte des Papierstreifens eine gerade farbige Linie. Eine Ablenkung des Drahtrahmens nach der einen oder der anderen Seite erzeugt auf dem sich fortbewegenden Papierstreifen eine wellenförmige Linie — die

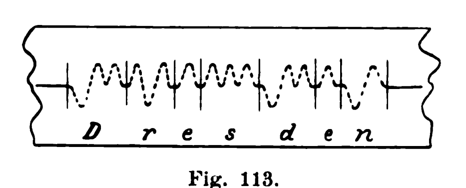


Fig. 113.

Rekorderschrift (Fig. 113). Eine Ablenkung der Schriftlinie durch den positiven Strom nach oben bedeutet einen Punkt, durch den negativen Strom nach unten einen Strich des Morsealphabets.

Der Glasheber ist in einem Aluminiumsattel S durch Wachs befestigt. Der Sattel wird durch einen Platindraht i getragen, der mit einem Ende an dem Ankerhebel des Vibrators V, mit dem anderen Ende an der Spannvorrichtung P befestigt ist. Durch letztere kann dem Platindraht eine solche Torsion gegeben werden, dass das Heberende entweder auf die Mitte des Papierstreifens, oder rechts oder links davon zu stehen kommt. Durch die Seidenfäden F_2 F_3 werden die Bewegungen des Multiplikatorrahmens auf den Sattel S und damit auf das Heberröhrchen übertragen.

Die Papierführung. Der Papierstreifen wird von der Papierrolle über einen Steg in ähnlicher Weise wie bei dem Morseschreiber durch zwei Papierwalzen geführt. Der Steg kann mit dem Papierstreifen durch eine Regulierschraube der Heberspitze genähert oder von ihr entfernt werden. Die obere Papierwalze empfängt durch Vermittelung einer Räderübersetzung und einer Treibschnur ihren Antrieb von einem kleinen, auf dem Apparat aufgestellten Elektromotor. Die untere Papierwalze wird durch eine regulierbare Spiralfeder gegen die obere angepresst.

Elektromotor (Mausemühle).

Der Elektromotor. Bei den älteren Apparaten dient der Elektromotor — Mausemühle genannt — nicht nur zur Fortbewegung des Papierstreifens, sondern auch zur Erzeugung hochgespannter Elektrizität, durch welche Farbe und Papierstreifen so elektrisiert werden, dass aus der feinen Öffnung des Hebers ein fortwährendes Aussprühen staubförmiger Farbetröpfchen stattfindet. Die Erzeugung der hochgespannten Elektrizität erfolgt in der Mausemühle auf ähnliche Weise wie bei der HOLZschen Influenzmaschine.

Bei den neueren Apparaten, bei welchen das regelmässige Ausspritzen der Farbe aus dem Heber durch Vibratoren bewirkt wird, ist an Stelle der Mausemühle ein kleiner einfacher Elektromotor getreten, der nur noch zur Fortbewegung des Papierstreifens dient.

Trogelemente. Zum Betriebe des Motors werden 4 THOMSONsche Trogelemente, welche zusammen einen inneren Widerstand von nur 1 Ohm haben und 4 Volt Spannung liefern, benutzt. Jedes Element befindet sich in einem flachen, quadratischen Bleitroge, der sich nach oben vasenförmig erweitert. Auf dem Boden des Bleigefässes liegt ein Stück unechtes Goldpapier (Löwengold) als negative Elektrode; auf dieser stehen in den Ecken des Troges vier Klötzchen von gefirnisstem Sandstein, auf welchem die Zinkelektrode in Gestalt eines Rostgitters liegt. Das Zink ist mit Pergament umhüllt, welches die Ablagerung von Kupfer auf dem Gitter verhindern soll. Als Elektrolyt dient eine Kupfervitriollösung vom spezifischen Gewicht 1,1.

Vibrator.

Der Vibrator. Die Vibriervorrichtung besteht aus zwei Selbstunterbrechern — Vibratoren —, welche in demselben Stromkreise liegen. Der seitlich am Apparate befindliche grössere Vibrator ist so eingerichtet, dass er nicht vollständige Stromunterbrechungen, sondern nur fortwährende Änderungen der Stromstärke liefert. Der vorn am Apparate befestigte kleine Vibrator V ist sehr eng eingestellt; sein Anker ist unmittelbar mit dem Platindrahte des Hebers verbunden, so dass sich die zitternden Ankerbewegungen auf das Heberröhrchen übertragen und das Aussprühen der Farbe veranlassen. Die Schnelligkeit und Kraft der Ankerbewegung kann durch einen in den Stromkreis eingeschalteten Kurbelrheostaten reguliert werden.

Doppeltaste.

Doppeltaste. Als Stromsender dient für die mit Heberschreibapparaten betriebenen Leitungen gewöhnlich die Doppeltaste (vgl. Fig. 114). Die vordere, unter den beiden Tastenhebeln liegende Schiene ist mit dem einen Batterie-

pole, die hintere Schiene, gegen welche im Ruhezustande die beiden Tastenhebel anliegen, mit dem anderen Pole der Batterie verbunden. Wird ein Tastenhebel gedrückt, so verbindet er z. B. den positiven Batteriepol mit der Leitung, während der negative Pol über den ruhenden anderen Hebel mit der Erde verbunden bleibt. Neuerdings kommen auch automatische Stromsender zur Verwendung.

Harwoodsche Gegensprechschaltung.

Schaltung (Fig. 114). Die mit Heberschreibapparaten betriebenen langen Seekabel sind meist nach der HARWOODschen Schaltung zum Gegensprechen eingerichtet. Diese Schaltung beruht auf dem Prinzip der WHEATSTONEschen Brücke (vgl. Mehrfachtelegraphie). In dem einen Eckpunkte der Brücke liegt ein Kurbelrheostat R; er enthält 40 Rollen zu je $^1/_4$ Ohm und ferner einen Widerstand von 10 Ohm, welcher durch einen Stöpsel ein- und ausgeschaltet werden kann. Mit dem Rheostaten ist ferner ein Shunt verbunden, durch welchen die Viertelohm in Achtelohm umgewandelt werden können. In der Mitte dieses Rheostaten ist die den Empfänger E enthaltende Brückendiagonale angeschlossen.

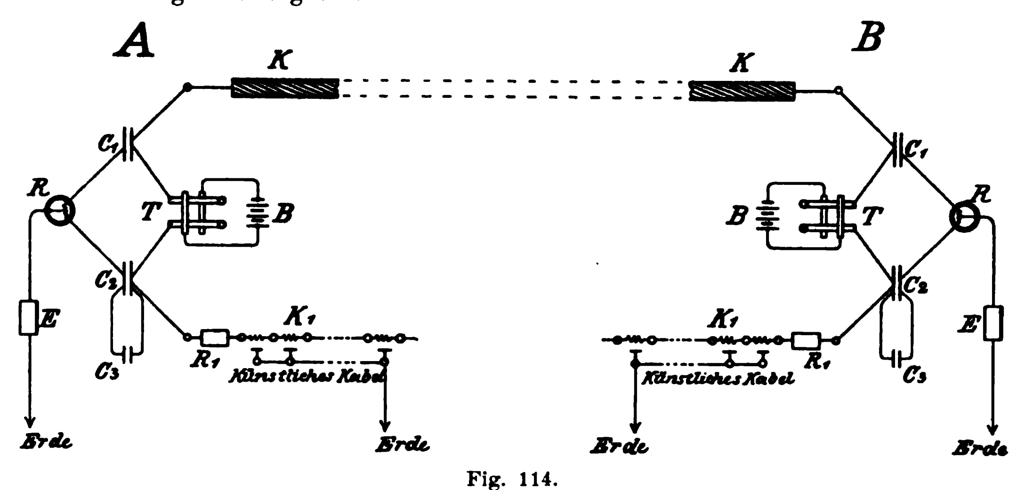


Fig. 114.

Die beiden Hälften des Kurbelrheostaten bilden mit den Kondensatoren C_1 und C_2 (von je 40 Mf. Kapazität) zwei Brückenarme; die beiden anderen Brückenarme sind das wirkliche Kabel K und das künstliche Kabel K_1. Dem Kondensator C_2 ist ein kleiner Kondensator C_3 mit Unterabteilungen von Ganzen, Zehntel und Hundertstel Mf. parallel geschaltet, der zum Abgleichen benutzt wird. Durch die Kondensatoren ist das Kabel an beiden Enden von Erde getrennt; gleichwohl entsteht beim Anlegen der Batterie ein Strom, nämlich ein Ladungsstrom, der auch die Kondensatoren am anderen Ende noch mitladet. Die Einfügung der Kondensatoren geschieht hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Erdleitungen der beiden Endämter verschiedene Spannung haben und deshalb, wenn direkt angelegt, einen störenden Strom in das Kabel senden würden. Ferner sollen die Kondensatoren die Kurve des ankommenden Stromes steiler machen und so die Telegraphiergeschwindigkeit erhöhen. Dem künstlichen Kabel ist ein Stöpselrheostat R_1 vorgeschaltet. Als Erdleitung wird die Schutzdrahthülle des Kabels benutzt.

In die zweite Brückendiagonale ist die Doppeltaste oder der automatische Sender T mit der Batterie B eingeschaltet.

Auf jedem Amte müssen Widerstand und Kapazität des künstlichen Kabels den entsprechenden Grössen des wirklichen Kabels genau gleich gemacht sein.

Wird nun beim Amte A Taste gedrückt und ein positiver Strom in die Leitung gesandt, so erhält das künstliche Kabel einen gleich starken negativen Strom. Zugleich werden die Kondensatoren C_1 und C_2 von der Batterie geladen, jener positiv, dieser negativ, aber beide gleich stark. Infolgedessen laufen von den Kondensatoren auch nach R hin Ladungsströme, von C_1 ein positiver, von C_2 ein negativer, die ebenfalls gleich stark sind und sich daher im Brückenscheitel aufheben, also den Empfänger E nicht beeinflussen. Bei Entsendung eines negativen Batteriestroms nach der Leitung ist der Vorgang ähnlich. Der Empfänger spricht also auf die abgehenden Ströme der eigenen Batterie nicht an.

Der von B ankommende Strom ladet die Kondensatoren C_1 und C_2 in gleichem Sinne und erzeugt dadurch zwei nach dem Brückenscheitel fliessende gleichgerichtete Ströme, die vereint den Empfänger E zum Ansprechen bringen.

Wird auf beiden Ämtern gleichzeitig Taste gedrückt, so ist das Ergebnis dasselbe, als wenn die Ströme beider Batterien getrennt nebeneinander beständen und unabhängig voneinander wirkten: auf jedem Amte spricht der Empfänger nur auf den von der fremden Batterie herrührenden Stromteil an. Thatsächlich verhält es sich wie folgt. Senden beide Ämter mit gleichem Batteriepole, so fliesst auf jedem Amte weniger Strom in das wirkliche Kabel (da es von beiden Seiten zugleich geladen wird), als in das künstliche Kabel. Infolgedessen wird auf beiden Ämtern der Kondensator C_1 stärker geladen als C_2, der von C_1 nach R gehende Ladungsstrom überwiegt und bethätigt den Empfänger. Wenn dagegen das eine Amt mit dem positiven, das andere mit dem negativen Batteriepole sendet, so fliesst auf jedem Amte mehr Strom in das Kabel (da es durch den Strom von der anderen Seite entladen wird), als in das künstliche Kabel. In diesem Falle wird der Kondensator C_2 stärker geladen als C_1, es überwiegt der von C_2 nach R fliessende Ladungsstrom und wirkt im Empfänger.

Künstliches Kabel.

Künstliches Kabel. In den künstlichen Kabeln älterer Bauart sind Widerstand und Kapazität des wirklichen Kabels dadurch nachgebildet, dass immer die oberen Belegungen kleiner Kondensatoren durch kleine Widerstände miteinander und die unteren Belegungen mit der Erde verbunden sind. Bei dieser Konstruktion kann die Ladung und Entladung nur stossweise vor sich gehen. Die künstlichen Kabel neuerer Bauart laden und entladen sich ebenso stetig und regelmässig wie ein wirkliches Kabel. Ihre Einrichtung ist im wesentlichen folgende:

Dem kupfernen Leiter des Kabels entsprechen bandartige, zickzackförmige Streifen von Stanniol. Ein solcher Streifen ist auf ein Blatt Paraffinpapier geklebt, die so gebildete Tafel zwischen zwei Bogen Paraffinpapier gelegt, und das Ganze oben und unten mit einem Blatte Stanniol bedeckt. Der bandartige Streifen stellt den Leiter, die doppelte Papierschicht die Isolierhülle und die Stanniolplatten die metallische Schutzhülle des Kabels dar. Eine grosse Anzahl dieser drei Elemente ist in der angegebenen Reihenfolge aufeinander geschichtet, und das Streifenende jeder Abteilung mit dem Streifenanfange der nächsten verbunden, während die Stanniolplatten miteinander in Kontakt sind. Anzahl und Abmessungen der Elemente sind so

gewählt, dass der Leitungswiderstand des Stanniolstreifens gleich dem des Kabelleiters und seine Ladungskapazität ebenfalls gleich der des Kabels ist. Die künstlichen Kabel werden in luftdicht verschlossenen Kästen untergebracht. An einem solchen Kasten sind auf einer Ebonitplatte 2 Reihen Klemmen befestigt. Die obere Reihe enthält die Leitungsklemmen, von denen die beiden äussersten mit den beiden Enden des Zickzackstreifens, die übrigen (gewöhnlich 6) mit verschiedenen Punkten dieses Leiters in Verbindung stehen. Die untere Reihe enthält 7 Erdklemmen, welche einerseits mit den Stanniolblättern, andererseits mit der Erde verbunden sind.

Kondensator.

Die Kondensatoren C_1, C_2, C_3 sind Blätterkondensatoren und enthalten dünne, mit Paraffin getränkte Papierblätter, auf beiden Seiten mit Stanniol belegt, die wie die Seiten eines Buches aufeinander geschichtet sind.

Herstellung der Balance.

Herstellung der Balance. Man versteht hierunter die Herstellung des zum Gegensprechen erforderlichen elektrischen Gleichgewichts in den Brückenzweigen. Es wird dabei ähnlich verfahren, wie beim Abgleichen der künstlichen Leitung auf anderen Gegensprechleitungen. Zur Erzielung der Balance werden verändert: die Brückenarme im Rheostaten R, der Kondensator C_3 und der Rheostat R_1. Hat man es dahin gebracht, dass bei Entsendung gleichgerichteter Ströme die Linie auf dem Papierstreifen des Rekorders möglichst ruhig bleibt, so geht man dazu über, mit beiden Tasten kurz aufeinander folgende Wechselströme zu senden. Zeigen sich hierbei auf dem Papiere scharf abgegrenzte kleine Wellen, die sich durch Änderungen im Stöpselrheostaten und im Kondensator C_3 nicht mehr beseitigen lassen, so muss am künstlichen Kabel ein Nebenschluss angebracht werden. Zur Bestimmung der Lage desselben fasst man mit der einen Hand an die Erdklemmen des künstlichen Kabels und berührt mit der anderen Hand eine Leitungsklemme nach der anderen, bis die Wellen auf dem Streifen am kleinsten werden. Zwischen die betreffende Klemme und die Erde wird dann an Stelle des menschlichen Körpers ein Widerstand von 3000 bis 10 000 Ohm eingeschaltet, und dieser Widerstandswert so lange geändert, bis die kleinsten Wellen erzielt sind.

Wenn beim Senden von Wechselströmen langgezogene abgeflachte Wellen auf dem eigenen Streifen auftreten, so ist der Verlauf des Stromes im wirklichen und künstlichen Kabel nicht gleich; meist hat dann das künstliche Kabel an gewissen Stellen zu geringe Kapazität. Man schaltet deshalb diesem Teile des künstlichen Kabels, welchen man in ähnlicher Weise wie die Lage des anzubringenden Nebenschlusses durch Berühren zweier Leitungsklemmen mit der Hand ermittelt, einen Zweigwiderstand von 30 000 bis 200 000 Ohm parallel.

Wenn andererseits das künstliche Kabel an irgend einer Stelle eine zu grosse Kapazität hat, so wird sie durch Loslösung der Erdleitung von den Klemmen des betreffenden Teiles verringert. Ist die Kapazität am Anfange des künstlichen Kabels zu gross, was sich durch kleine Erschütterungen in der Farblinie bemerkbar macht, so wird zwischen die erste Erdklemme und die Erde ein kleiner Widerstand von 0,1 bis 5 Ohm geschaltet.

Jeder Änderung des künstlichen Kabels hat auch eine Anpassung der Werte in den Rheostaten und Kondensatoren zu entsprechen.

VI. Der Undulator.

Der von SEVERIN LAURITZEN in Kopenhagen konstruierte Undulator ist wie der Siphon-Rekorder ein Wellenlinienschreiber; er findet mit Vorteil für den Betrieb auf Seekabeln mittlerer Länge Verwendung. Der Apparat ist sehr empfindlich und arbeitet als Empfänger noch sicher auf Kabellinien bis zu 800 km Länge; als Sender dient meistens WHEATSTONES automatischer Sender. Durch den Telegraphierstrom wird ein leichter, mit einem Farberöhrchen verbundener Anker in Drehbewegung versetzt.

Elektromagnetsystem.

Das Elektromagnetsystem (Fig. 115 u. 116). Bei der in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen Konstruktion des Undulators sind zwei aufrechtstehende Elektromagnete m_1 und m_2, versehen mit den Polschuhen p_1 p_2 und p_3 p_4, parallel zueinander verschiebbar auf einer Messingplatte befestigt. Sie können durch eine Schraubenvorrichtung O einander genähert oder voneinander entfernt werden. Zwischen den Polschuhen befinden sich an einer senkrechten Achse zwei flügelartige dünne Stabmagnete n_1 s_1 und n_2 s_2; der Nordpol des einen ist nach oben, der des anderen nach unten gerichtet. Die vier Polstücke der zwei Elektromagnete üben auf die beiden Ankermagnete die gleiche Anziehung aus, wenn kein Strom durch die Elektromagnetrollen fliesst und der Anker die Mittelstellung zwischen den Polschuhen einnimmt. Er wird in dieser Lage durch zwei Federn a und b gehalten, die mit je einem Ende an einem mit der Ankerachse verbundenen Arme c eingehakt sind. Das andere Ende der Federn hängt an dem Rahmen r, der am oberen Ende des um die Achse e drehbaren Hebels d sitzt. Mittelst der Schraube i kann der Rahmen r mit den Federn a und b, bezw. der Arm c vor- und rückwärts geschoben und hierdurch der Anker aus der Mittelstellung oder in dieselbe gedreht werden. Durch diese Regulierung lässt sich auch die Einwirkung etwaiger Erdströme auf die Ankerlage ausgleichen. Die Bewegung des Ankers wird der Schreibvorrichtung mitgeteilt.

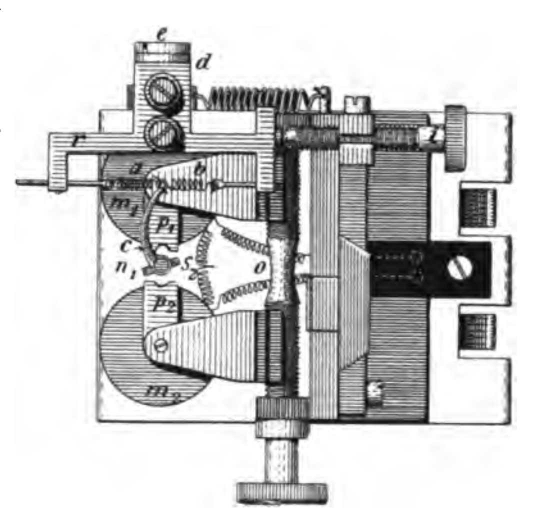


Fig. 115.

Schreibvorrichtung.

Die Schreibvorrichtung (Fig. 116). Sie besteht aus einem feinen Glasheberröhrchen, welches mit dem unteren Ende den Papierstreifen berührt und mit dem oberen Ende in den Tintenbehälter T taucht. Dieser kann mittelst Schraube durch die Zahnstange g gehoben und gesenkt werden. Infolge der Kapillaranziehung füllt sich das Farberöhrchen mit Tinte, und diese quillt an dem unteren, flach abgeschnittenen Ende auf den Papierstreifen heraus. Zur Verbindung des Ankers mit dem Farberöhrchen ist die Ankerachse nach oben verlängert und mit einem kleinen Messingsattel l versehen. In die Rinne des Sattels ist das Heberröhrchen mittelst Wachs festgeklebt.

Jeder Drehung des Ankers folgt also auch der Messingsattel mit dem Heberröhrchen.

So lange der Apparat nicht benutzt wird, klappt man das Elektromagnetsystem mit der Schreibvorrichtung etwas nach hinten um. In dieser Ruhelage kann aus dem Röhrchen keine Tinte ausfliessen, da dann die Mündung höher liegt, als der Behälter selbst.

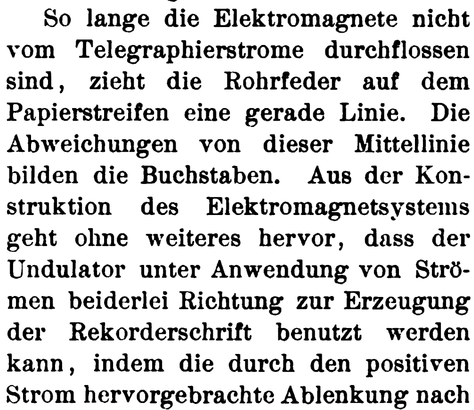


Fig. 116.

Unterhalb des Elektromagnetsystems ist noch eine Regulierschraube angebracht, durch welche man das ganze System auf die richtige Höhe einstellen kann, so dass das Röhrchen gerade den Papierstreifen berührt. Eine solche Lage des Röhrchens entspricht dem gewöhnlichen Bedarfe; nur bei sehr schwachen Strömen wird das Röhrchen etwas höher gehoben.

So lange die Elektromagnete nicht vom Telegraphierstrome durchflossen sind, zieht die Rohrfeder auf dem Papierstreifen eine gerade Linie. Die Abweichungen von dieser Mittellinie bilden die Buchstaben. Aus der Konstruktion des Elektromagnetsystems geht ohne weiteres hervor, dass der Undulator unter Anwendung von Strömen beiderlei Richtung zur Erzeugung der Rekorderschrift benutzt werden kann, indem die durch den positiven Strom hervorgebrachte Ablenkung nach oben den Punkt, die vom negativen Strome nach unten hervorgebrachte den Strich des Morsealphabets darstellt. Als Sender dient in diesem Falle die Doppeltaste.

Doppeltaste und automatischer Sender.

Vorteilhafter für den Undulatorbetrieb ist die Verwendung von Wheatstones automatischem Sender als Stromgeber, der ebenfalls Ströme von beiden Richtungen, aber in der Weise entsendet, dass positive Ströme die Zeichen und negative Ströme die Zeichenzwischenräume bilden. Für diese Betriebsweise gilt das gewöhnliche Morsealphabet; es treten die Punkte und Striche der Undulatorschrift als kürzere und längere Abweichungen von der Mittellinie nach oben hervor, während die Abweichungen nach unten die Zwischenräume zwischen den einzelnen Schriftzeichen darstellen (Fig. 117).

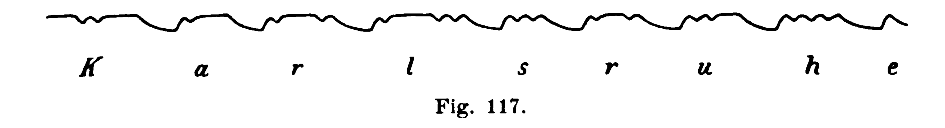


Fig. 117.

Die Fortbewegung des Papierstreifens erfolgt in ähnlicher Weise wie beim Morseapparate durch das in einem Messingkasten untergebrachte Federkrafttriebwerk.

VII. Das automatische Telegraphensystem von Wheatstone.

Durch den 1867 von WHEATSTONE angegebenen Apparat soll eine möglichst hohe Ausnutzung der Telegraphenleitungen in der Weise erzielt werden, dass die Zeichen durch einen automatischen Geber mit erheblich höherer Geschwindigkeit entsendet werden, als es der Hand selbst des geübtesten Telegraphisten möglich ist. Die einzelnen Morsezeichen der zu befördernden Telegramme werden durch Lochung eines Papierstreifens mittelst eines besonderen Apparats — des Lochapparats — dargestellt. Der auf diese Weise vorbereitete Papierstreifen wird in einen Apparat zur selbstthätigen Abtelegraphierung der Telegramme — den Sender — eingeführt und durchläuft denselben. Hierbei werden, entsprechend den gelochten Zeichen, Ströme in die Leitung entsendet, welche auf dem entfernten Amte in einem polarisierten Farbschreiber — dem Empfänger — die Morsezeichen hervorrufen.

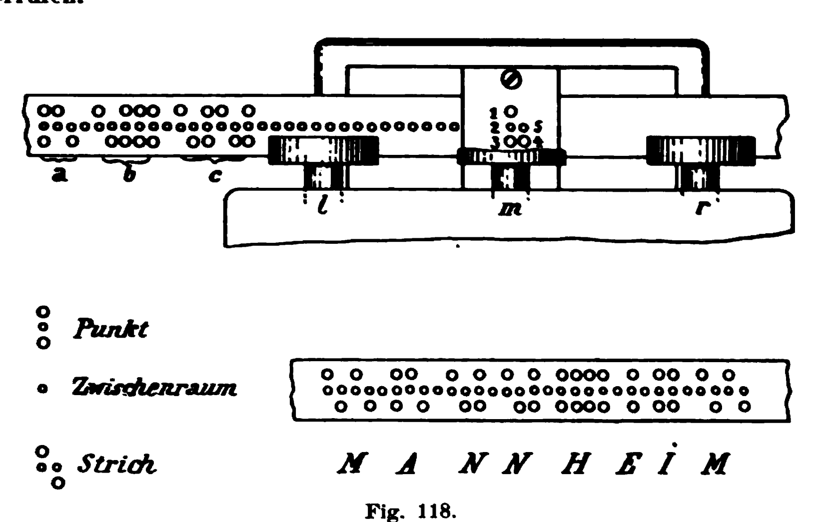


Fig. 118.

Der Lochapparat (Fig. 118). Er besteht aus einer Hebelvorrichtung, mittelst welcher die Stempel 1 bis 5 durch den Papierstreifen geschlagen werden. Ein kurzer Schlag auf den Knopf *l* giebt auf dem Papierstreifen die vorstehende Lochordnung als Zeichen für einen Morsepunkt. Ein Schlag auf den Knopf *m* treibt den Stempel 2 allein durch den Streifen; es entsteht auf dem Streifen das Zeichen o, welches dem Zwischenraume zwischen zwei Morsezeichen entspricht. Mittelst des Knopfes *r* werden die Stempel 1, 2, 4 und 5 durch das Papier geschlagen; es entsteht die vorstehende Gruppe als Zeichen für einen Morsestrich. Nach jedem Drucke wird das Papierband um den erforderlichen Abstand selbstthätig weiter geschoben. Die Löcher der mittleren Reihe haben unter sich gleichen Abstand und bezwecken eine sichere Führung des Streifens durch den Sender. Die Löcher der beiden anderen Reihen dienen zur Entsendung der Ströme und folgen in Abständen, wie solche der Bildung der zu übermittelnden Morsezeichen entsprechen.

Lochapparat.

Der Lochapparat ist in einem hölzernen Kasten mit Pultdeckel untergebracht (Fig. 119).

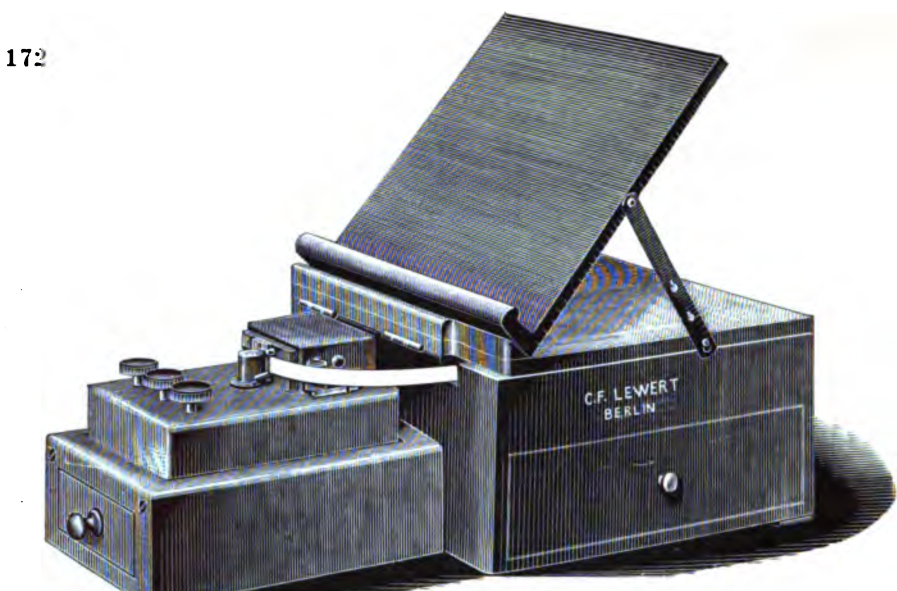


Fig. 119.

Der Sender.

Der Sender. Der durch Fig. 120 in Ansicht dargestellte Sender besteht im wesentlichen aus dem Laufwerk und der Kontaktvorrichtung.

Das Laufwerk.

Das Laufwerk. — Es ist demjenigen des gewöhnlichen Morseapparats ähnlich, nur ist es kräftiger gebaut und wird durch ein Gewicht getrieben. Es hat den Zweck, den vorbereiteten Papierstreifen regelmässig fortzubewegen und dabei gleichzeitig den zum Entsenden von Strömen abwechselnder Richtung dienenden Mechanismus — die Kontaktvorrichtung — in Thätigkeit zu setzen. Da der Sender bei sehr schneller Zeichenfolge unter Umständen bis 240 Stromumkehrungen in der Sekunde zu leisten hat, so muss der Gang des Laufwerkes sich schnell und sicher dem jeweiligen Bedürfnis anpassen lassen. Hierzu dient ein Geschwindigkeitsregulator besonderer Form, dessen Windfang nicht wie beim Morseapparate durch Zahnradgetriebe, sondern mittelst einer Friktionsscheibe mit dem übrigen Räderwerk in Verbindung steht.

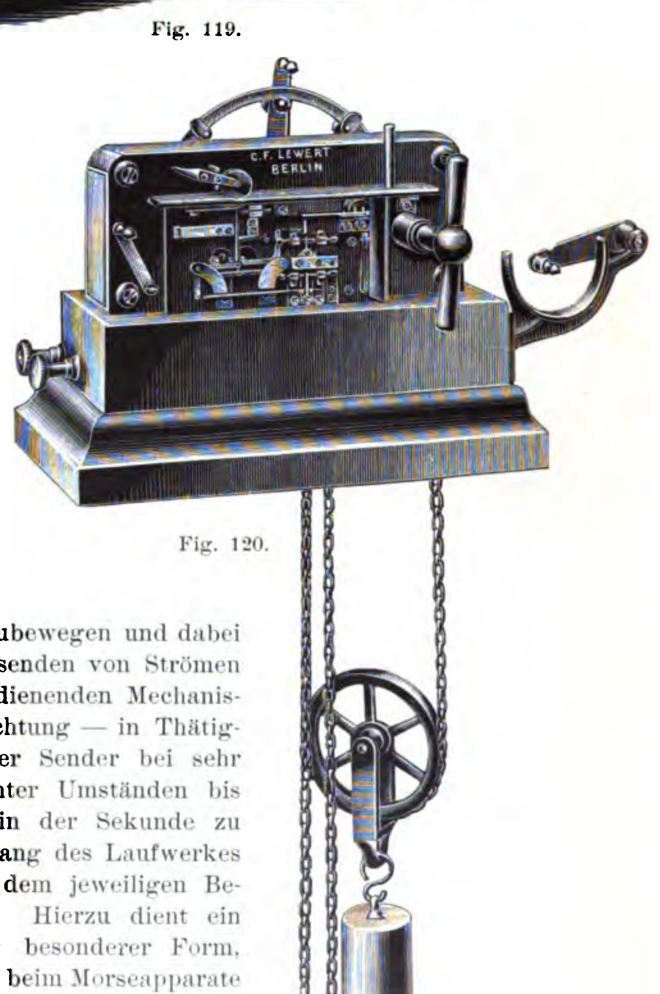


Fig. 120.

Die Hemmvorrichtung für das Räderwerk ist in mechanische Verbindung mit einem Umschalter gebracht, durch den der Sender nur bei ausgelöstem Laufwerk in die Leitung geschaltet wird. Sobald man das Laufwerk hemmt, wird zugleich der Sender aus- und eine Wechselstromtaste eingeschaltet.

Die Kontaktvorrichtung.

Die Kontaktvorrichtung (Fig. 121 u. 122). Durch das Laufwerk wird der Balken Y in schnelle pendelnde Schwingungen um seine Achse versetzt. Der Balken wirkt durch die an ihm befestigten Stifte auf die wagerechten Arme der beiden Winkelhebel d und d_1 und drückt sie abwechselnd nieder. An den wagerechten Winkelhebelarmen sitzen, in Gelenken leicht beweglich,

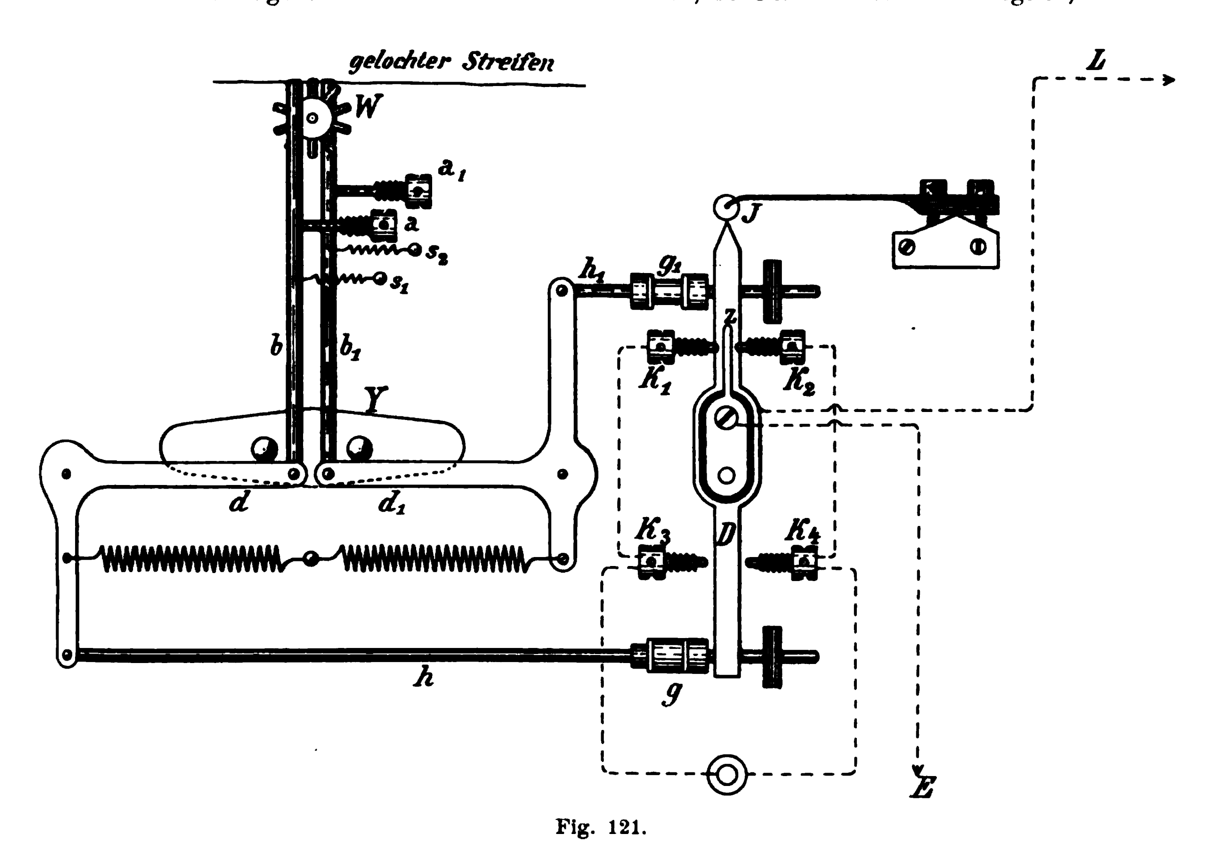


Fig. 121.

die dünnen Metallstangen b und b_1, und an den Enden der senkrechten Hebelarme sind leichte, in wagerechter Richtung sich bewegende Schubstangen h und h_1 angebracht.

Wenn der Balken Y schwingt, vollführen die Stangen b und b_1 abwechselnd Bewegungen in senkrechter, die Stangen h und h_1 solche in wagerechter Richtung. Die Bewegungen werden gehemmt, wenn über dem Papierführungsrade W ein ungelochter Papierstreifen sich abrollt, da die Stangen das Papier nicht durchschlagen können. Die an den Stangen angebrachten Federn s_1 und s_2 sollen sie in ihre richtige Lage zu den Schrauben a und a_1 zurückführen, wenn sie durch gelochtes Papier hindurchgegangen und von dem schnell ablaufenden Streifen etwas nach links mitgenommen worden sind. Die Schubstangen h und h_1 wirken bewegend auf den Kontakthebel D, indem ihre Enden durch entsprechende Bohrungen des Hebels hindurchführen und

mit den festen Wülsten g und g_1 auf ihn stossen. Schubstangen und Hebel sind voneinander isoliert. Mit dem Kontakthebel ist ein Stahlstück fest, aber isoliert verbunden, welches nach oben in die federnde Zunge z ausläuft. Mit dem Kontakthebel steht die Leitung und mit der Zunge die Erde in Verbindung. Das obere Ende des Kontakthebels läuft in eine scharfe Schneide aus, auf welche das an einer Blattfeder sitzende Stahlröllchen J drückt. Die Kontaktschrauben sind paarweise derartig eingestellt, dass sich der Kontakthebel genau in der Mitte zwischen ihnen befindet, wenn die obere Schneide gerade unter dem Drehpunkte des Röllchens steht. In einer solchen Stellung kann jedoch der Hebel nicht verharren, da das geringste Überweichen nach der einen oder der anderen Seite genügt, ihn durch das sogen. reitende Röllchen entsprechend überzudrücken. Es giebt also für den Kontakthebel zwei Ruhelagen: er liegt mit seinem unteren Teile entweder gegen die Kontaktschraube K_3 oder gegen die Kontaktschraube K_4 an; niemals aber kann er in der Mitte zwischen beiden Kontaktschrauben stehen bleiben. Der Stellung des Kontakthebels entsprechend bildet die federnde Zunge mit der Klemmschraube K_1 oder K_2 sicheren Kontakt. Der eine Pol der Batterie ist mit den Klemmen K_1 und K_3, der andere mit den Klemmen K_2 und K_4 verbunden.

Wenn der Apparat ohne Papier läuft, so werden die Stangen b und b_1 in ihrer Bewegung nicht gehindert, und die Schubstangen schieben den Kontakthebel hin und her. Es gelangen in regelmässiger Folge Ströme abwechselnder Richtung in die Leitung. Läuft der Apparat mit ungelochtem Papiere, so hemmt dieses die volle Bewegung der beiden Stangenpaare und der Kontakthebel verharrt in der zuletzt eingenommenen Stellung. Der Umkehrungsmechanismus ist also aufgehalten und es fliesst ein Dauerstrom in die Leitung. Sobald gelochtes Papier läuft, wird die Stromrichtung jedes Mal geändert, wenn eine der Stangen b und b_1 durch ein Streifenloch hindurchstösst. Gehen z. B. die Löcher für einen Morsepunkt vorbei, so stösst b_1 durch das obere Loch und bewirkt, dass der negative Zeichenzwischenraumstrom durch den positiven Zeichenstrom ersetzt wird; gleich darauf stösst b in das untere Loch und stellt den negativen Zwischenraumstrom wieder her. Bei Darstellung eines Striches erhält der Zeichenstrom die dreifache Dauer dadurch, dass die Bewegung jeder Stange einmal durch das ungelochte Papier unterdrückt wird. Ein Zwischenraum von Strichlänge (zwischen zwei Buchstaben) entsteht ebenfalls dadurch, dass eine Bewegung von b und b_1 durch das ungelochte Papier unterdrückt wird.

Der Empfänger.

Der Empfänger, in Fig. 122 abgebildet, ist ein durch Kette und Gewicht getriebener, äusserst empfindlicher polarisierter Farbschreiber mit regulierbarer Laufgeschwindigkeit.

Das Laufwerk.

Das Laufwerk. — Da der Empfänger sowohl die von dem Sender automatisch abgegebenen Telegramme als nach Erfordernis auch die mit der Hand übermittelten Zeichen wiederzugeben hat, so muss das Laufwerk eine Regulierung der Papierbewegung in den Grenzen zulassen, dass sowohl bei einer Sprechgeschwindigkeit von 400 Wörtern wie bei einer solchen von 20 Wörtern in der Minute immer für die gleiche Wortzahl die gleiche Papierlänge vorgeschoben wird. Das Laufwerk hat zu diesem Zwecke die nämliche Einrichtung und das nämliche Friktionsrädchen als Verbindungsglied mit dem Windfange wie das Laufwerk des Senders.

Der elektromagnetische Teil. — Zwei senkrecht stehende Elektromagnete mit Eisenkernen und Polschuhen an beiden Enden sind so angeordnet, dass beim Durchgang eines Stromes die sich gegenüberstehenden Polschuhe ungleichen Magnetismus erhalten. In den beiden Zwischenräumen zwischen den Polschuhen befinden sich zwei zu einem festen Ganzen vereinigte leichte

Der elektromagnetische Teil.

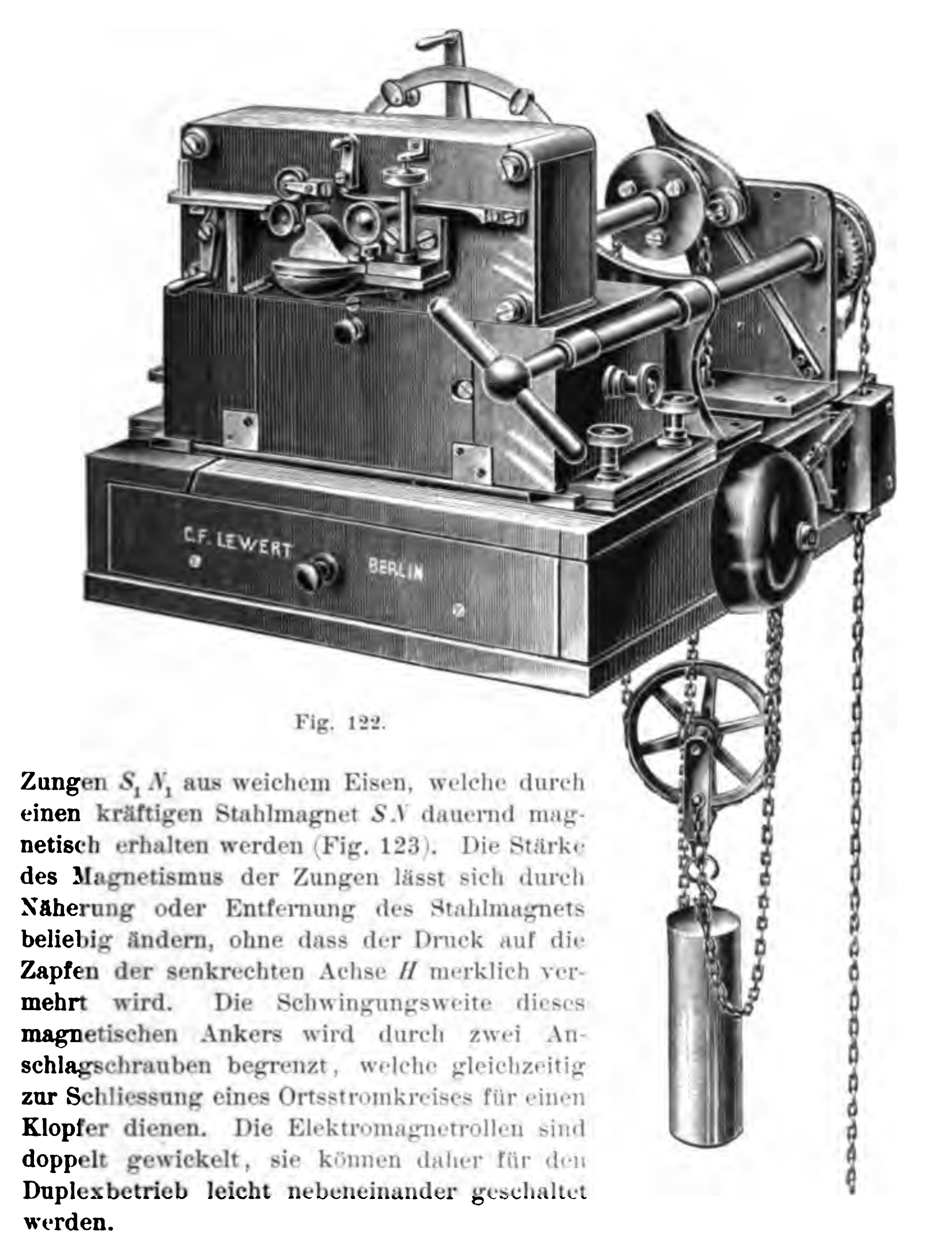


Fig. 122.

Zungen $S_1 N_1$ aus weichem Eisen, welche durch einen kräftigen Stahlmagnet SN dauernd magnetisch erhalten werden (Fig. 123). Die Stärke des Magnetismus der Zungen lässt sich durch Näherung oder Entfernung des Stahlmagnets beliebig ändern, ohne dass der Druck auf die Zapfen der senkrechten Achse H merklich vermehrt wird. Die Schwingungsweite dieses magnetischen Ankers wird durch zwei Anschlagschrauben begrenzt, welche gleichzeitig zur Schliessung eines Ortsstromkreises für einen Klopfer dienen. Die Elektromagnetrollen sind doppelt gewickelt, sie können daher für den Duplexbetrieb leicht nebeneinander geschaltet werden.

Während der Dauer des (negativen) Zwischenraumstroms erhält der polarisierte Anker durch die Anziehung des Elektromagnets eine solche Lage, dass das Schreibrädchen den Papierstreifen nicht berührt. Der (positive) Zeichenstrom kehrt die Pole des Elektromagnets um und dreht dadurch auch den Flügelanker in die Arbeitslage.

Schreibvorrichtung.

Die Schreibvorrichtung. — Die senkrechte Achse, auf welcher die beiden magnetischen Zungen sitzen, trägt am oberen Ende einen Arm G, dessen Ende rechtwinklig nach oben umgebogen ist und die Achse X mit dem Farbscheibchen O umfasst. Die Schreibrädchenachse wird von dem Räderwerke des Apparats getrieben. Das Farbscheibchen O taucht nicht unmittelbar in einen Farbekasten ein, sondern läuft auf dem Umfang eines grösseren Farbrädchens, welches in den Farbekasten taucht und dem Rädchen O die erforderliche Farbe mitteilt.

Schaltung.

Schaltung (Fig. 124). Ausser den vorbeschriebenen Apparaten und einer Batterie sind zu einer vollständigen Betriebseinrichtung noch ein Galvanoskop mit Zweigwiderstand, eine Wechselstromtaste, ein Klopfer, ein Kondensator und ein künstlicher Widerstand erforderlich.

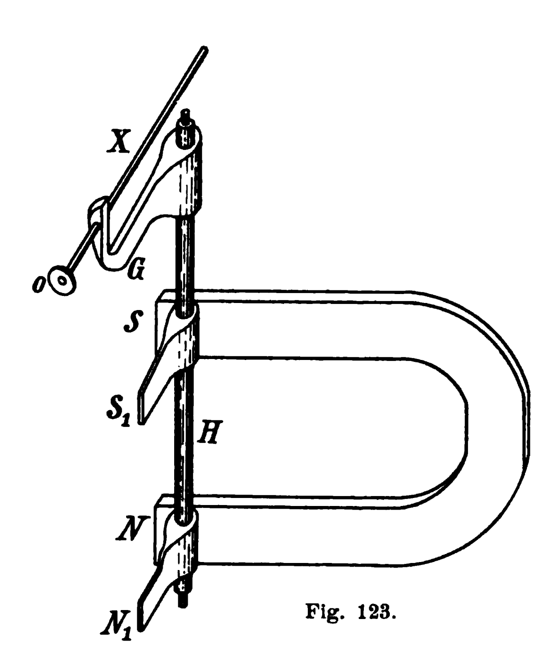


Fig. 123.

Wird das Laufwerk des Senders ausgelöst, so erfolgt damit gleichzeitig ein Umlegen der Kurbeln k_1 k_2 k_3 auf die Kontakte 1, 3 und 5; die Kontaktvorrichtung des Senders ist hierdurch eingeschaltet. Die Wechselstromtaste ist ebenfalls mit einem doppelten Kurbelumschalter $l_1 l_2$ versehen, durch den entweder die Kontaktvorrichtung der Taste oder der Empfänger eingeschaltet werden kann. In der Figur ist die Taste ausgeschaltet und der Empfänger eingeschaltet.

Stromlauf für den ankommenden Strom: Leitung — Galvanoskop G — Klemme L — Kurbel k_2 — Kontakt 4 — Klemme T — Kurbel l_2 der Wechselstromtaste — Klemme 4 des Empfängers — Elektromagnetrollen des Empfängers — Klemme 1 — Kondensator und Widerstand — Erde.

Der Kondensator wirkt bei ankommendem Strome im ersten Augenblicke wie ein Kurzschluss zum Widerstand, er schaltet den Widerstand also gewissermaassen aus. Der Strom gelangt also sofort nach Stromschluss in voller Kraft zur Wirkung, so dass der in dem Elektromagnet infolge der Selbstinduktion entstehende Extrastrom nicht wesentlich zur Geltung kommt. Wird der Strom unterbrochen, so tritt der geladene Kondensator in Thätigkeit; er entladet sich teilweise durch den Widerstand, teilweise durch den Elektromagnet. Auf letzterem Wege wirkt er dem Extrastrome des Elektromagnets sowie dem Entladungsstrome der Leitung entgegen.

Der Kondensator mit seinem Widerstande zwischen Empfänger und Erde ist hiernach mit einer an dieser Stelle vorhandenen Stromquelle vergleichbar, welche den Linienstrom im ersten Augenblicke verstärkt und bei Unterbrechung desselben einen Gegenstrom in die Leitung sendet, welcher den Rest des Linienstroms vernichtet.

Abgehender Strom. — Durch Auslösung des automatischen Senders werden die Kurbeln k_1, k_2 und k_3 auf die entsprechenden Kontakte 1, 3

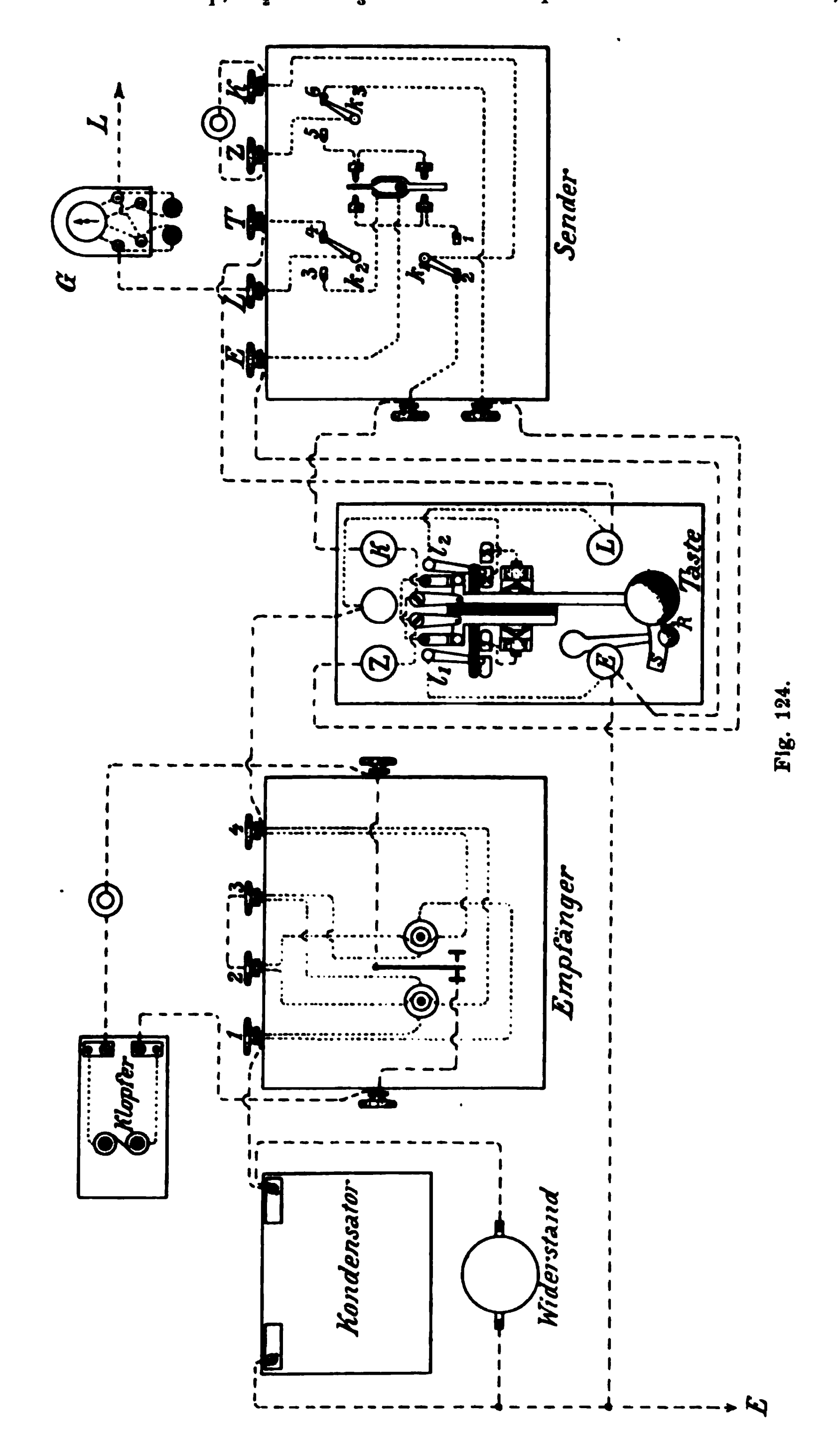


Fig. 124.

und 5 gelegt. Hierdurch wird der Kontakthebel dauernd mit der Leitung und die federnde Zunge desselben dauernd mit der Erde verbunden; die

beiden Batteriepole erhalten mit den Batteriekontakten des Senders Verbindung. Wechselstromtaste und Empfänger sind ausgeschaltet. Die abgehenden Ströme nehmen folgenden Verlauf:

a) Zinkstrom: Erde — Tastenklemme — Senderklemme E — federnde Zunge des Kontakthebels — obere linksseitige Batteriekontaktschraube — Senderklemme 1 — Kurbel k_1 — Kupferpol — Zinkpol — Kurbel k_3 — Klemme 5 — untere rechtsseitige Batteriekontaktschraube — Kontakthebel — Klemme 3 — Kurbel k_2 — Leitung.

b) Kupferstrom: Die federnde Zunge des Kontakthebels liegt an der rechtsseitigen Batteriekontaktschraube; der Stromlauf verläuft ähnlich wie unter a und lässt sich nach der Figur leicht verfolgen.

Wird der automatische Sender ausgeschaltet, so können die zur Abgabe der Morsezeichen erforderlichen Stromwechsel mit der nunmehr in den Stromkreis eingeschalteten Wechselstromtaste gegeben werden.

VIII. Der Schnelltelegraph von Delany.

Bei dem von dem Amerikaner Patrick B. Delany konstruierten elektrochemischen Schnelltelegraphen erfolgt die automatische Zeichengebung, wie bei dem Wheatstoneschen Apparat, durch einen gelochten Papierstreifen unter Benutzung von Wechselströmen. Die Löcher der oberen Reihe bedeuten die Punkte, die Löcher der unteren Reihe die Striche des Morsealphabets.

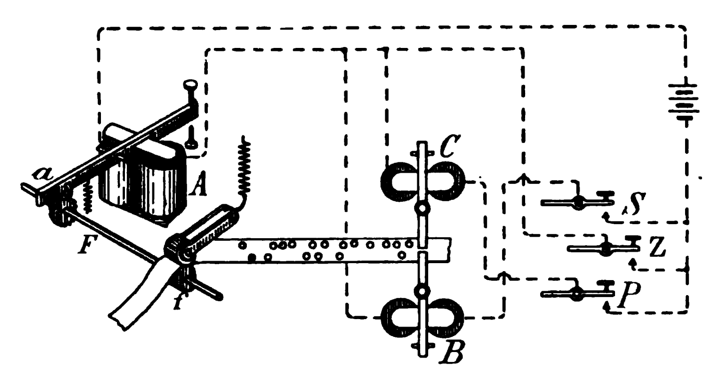


Fig. 125.

Der Lochapparat. Der Lochapparat (Fig. 125). Er besteht aus drei Tasten S, P und Z, zwei Loch-Elektromagneten B und C und einem Elektromagnet A mit Vorrichtung zum Fortbewegen des Papierstreifens. Durch Niederdrücken der Taste S wird der Stromkreis über die Elektromagnete B und A geschlossen; B zieht seinen Anker an, dessen Fortsetzung beim Niedergehen in den Papierstreifen nahe am unteren Rande ein Loch stanzt. — Die Stanzeinrichtung der Loch-Elektromagnete B und C, welche elektrisch bethätigt wird, ist in Fig. 126 in Seitenansicht dargestellt. — Gleichzeitig mit dem Anker von B wird auch der Anker von A angezogen; dadurch wird die an dem linken Ende

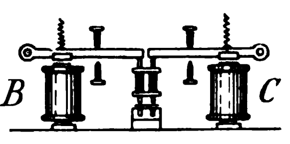


Fig. 126.

befindliche Spiralfeder gespannt, so dass beim Abfallen des Ankers durch eine Sperrklinke *a*, welche in das auf der Achse *F* sitzende Sperrrad eingreift, die Achse *F* und mit ihr die Rolle *f* gedreht und dadurch der Papierstreifen um ein Geringes verschoben wird. In der gleichen Weise bewirkt ein Druck auf die Taste *P*, dass der Fortsatz des Ankers von *C* ein Loch in den oberen Rand des Papierstreifens stanzt und nachdem dies geschehen, der abfallende Anker von *A* die Verschiebung des Streifens veranlasst. Der Zwischenraum zwischen den Buchstaben des Morsealphabets wird durch einen Druck auf die Taste *Z* erzeugt, welcher nur den Anker von *A* in Bewegung setzt.

Der Sender. D e r S e n d e r (Fig. 127 *S*). Er hat zwei durch ein Uhrwerk oder einen anderen Motor bewegte Rollen *R*, welche den Papierstreifen schnell in der Richtung nach links zwischen den beiden Paaren Stromschlussbürsten durchziehen. Die beiden unteren Bürsten sind je mit einem Pole der Batterie *B* verbunden, während die oberen beiden Bürsten an Leitung liegen. Solange

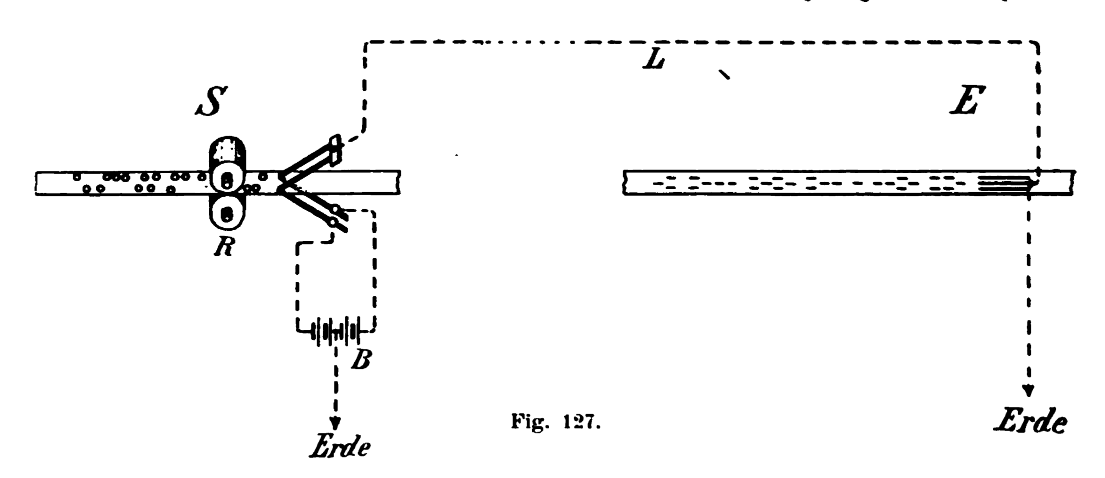


Fig. 127.

die einander gegenüberstehenden Bürsten durch den zwischenliegenden Papierstreifen getrennt sind, ist die Batterie *B* offen; sie wird aber geschlossen, so oft eine Bürste des oberen Paares durch ein Loch in dem Streifen mit der gegenüberstehenden Bürste des unteren Paares in metallische Berührung kommt. Bei der Berührung der Bürsten durch die Punktlöcher geht ein negativer, bei der Berührung durch die Strichlöcher ein positiver Stromstoss in die Leitung. Diese Stromstösse haben alle gleiche Dauer.

Der Empfänger. D e r E m p f ä n g e r (Fig. 127 *E*). Die Schreibvorrichtung des Empfängers besteht im wesentlichen aus drei nebeneinander angeordneten stählernen Schreibfedern, von denen die beiden äusseren mit der Erde, die mittlere, von ihnen isolierte, mit der Leitung verbunden sind. Die Federn drücken leicht gegen einen chemisch präparierten Papierstreifen, der in ähnlicher Weise wie beim Sender durch ein Uhrwerk in der Richtung nach links gezogen und kurz vor dem Zusammentreffen mit den Federn selbstthätig angefeuchtet wird. Der aus der Leitung kommende Strom fliesst über die mittlere Feder, den leitenden Papierstreifen und die beiden äusseren Federn zur Erde. Das Papier erfährt da, wo der negative Strom eintritt, durch Elektrolyse eine Farbenveränderung. Deshalb wird der Streifen unter der mittleren Feder einen farbigen Strich zeigen, wenn ein negativer Stromstoss

(Punktzeichen) aus der Leitung kommt, dagegen zwei Striche unter den beiden äusseren Federn, wenn ein positiver Strom (Strichzeichen) ankommt. Dementsprechend bedeutet ein einzelner Strich in der Mitte des Streifens einen Punkt des Morsealphabets, während zwei Striche nebeneinander einen Strich darstellen.

IX. Der Schnelltelegraph von Pollak und Virag.

Bei dem von den Ingenieuren Pollak und Virag in Budapest erfundenen Telegraphensystem wird in ähnlicher Weise, wie bei den Schnelltelegraphen von Wheatstone und Delany, zur Zeichengebung ein gelochter Papierstreifen verwendet. Als Empfänger dient bei dem ersten, 1900 kon-

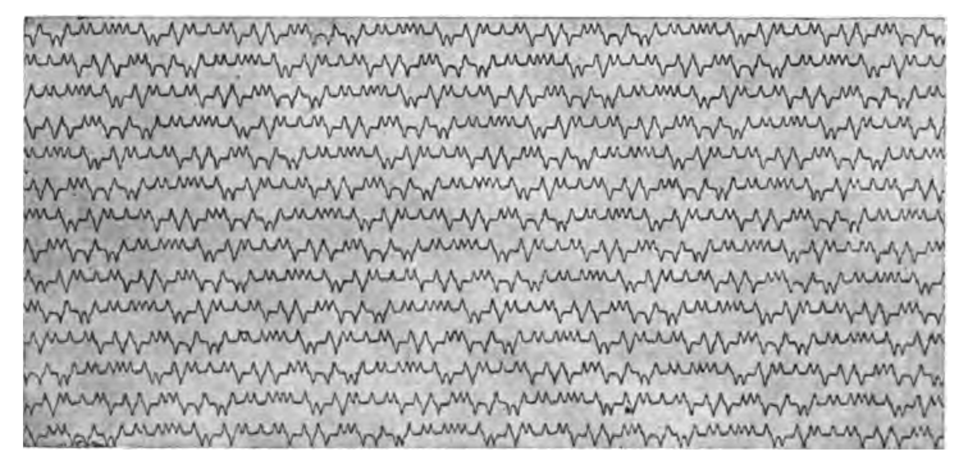


Fig. 128.

struierten System ein Telephon, dessen Membran entsprechend den vom Geber erzeugten Stromstössen in Schwingungen versetzt wird. Mit der Membran ist durch ein Stäbchen ein kleiner Spiegel verbunden, auf den die Strahlen einer Glühlampe fallen. Die Schwingungen der Membran übertragen sich auf den Spiegel, die dadurch entstehenden auf- und abgehenden Lichtbewegungen werden auf photographischem Wege sichtbar gemacht. Eine aufsteigende Kurve bedeutet einen Strich, eine absteigende Kurve einen Punkt des Morsealphabets. In dieser Schrift, von welcher Fig. 128 eine Probe darstellt, können mit dem System in der Stunde 80—100 000 Wörter befördert werden, eine Leistung, die bis jetzt noch kein anderer Apparat erreicht hat, selbst wenn berücksichtigt wird, dass das Pollak und Virag sche System eine Doppelleitung erfordert.

Fig. 129.

Noch in demselben Jahre (1900) ist es den Erfindern gelungen, ihr System so zu verbessern, dass es die ankommenden Telegramme in der durch Fig. 129 wiedergegebenen Kursivschrift liefert. Bei der Erprobung des verbesserten Systems auf der 600 km langen Doppelleitung Budapest—Fiume

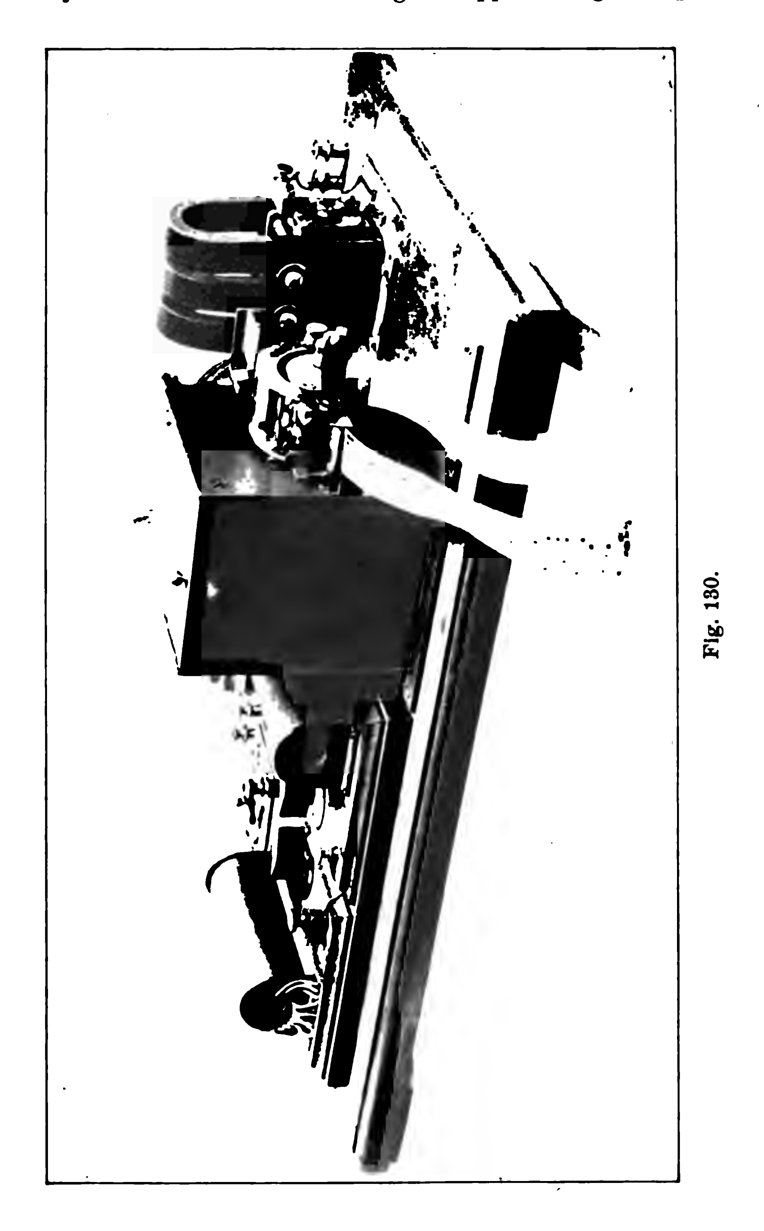


Fig. 130.

wurde eine Geschwindigkeit von 70 Buchstaben in der Sekunde, das sind rund 40 000 Wörter in der Stunde, erzielt.

Der verbesserte Schnelltelegraph besteht aus dem Sender, dem Empfänger und dem Kurbel-Lochapparat.

Der Sender.

Zum Sender (Fig. 130) gehören: die Kontaktwalze mit der Papierführung, ein kleiner, in dem Gehäuse untergebrachter Motor, welcher die Kontaktwalze bewegt, zwei Induktionsrollen und ein dreilamelliger Induktor.

Auf der Kontaktwalze sind, wie die Stromlaufzeichnung (Fig. 131) erkennen lässt, fünf metallene Schleifringe aufgesetzt, die durch zwischengelegte Ebonitringe voneinander isoliert sind. Über der Walze schleifen zwei Platindraht-Kontaktbürsten B_1 und B_2. B_1 greift über die drei ersten Schleifringe hinweg und ist mit dem Drahte L_1 der Doppelleitung verbunden. Der erste Schleifring steht mit dem negativen Pole einer Batterie, der zweite mit dem positiven Pole einer gleich starken Batterie und der dritte mit dem positiven Pole einer doppelt so starken Batterie in Verbindung.

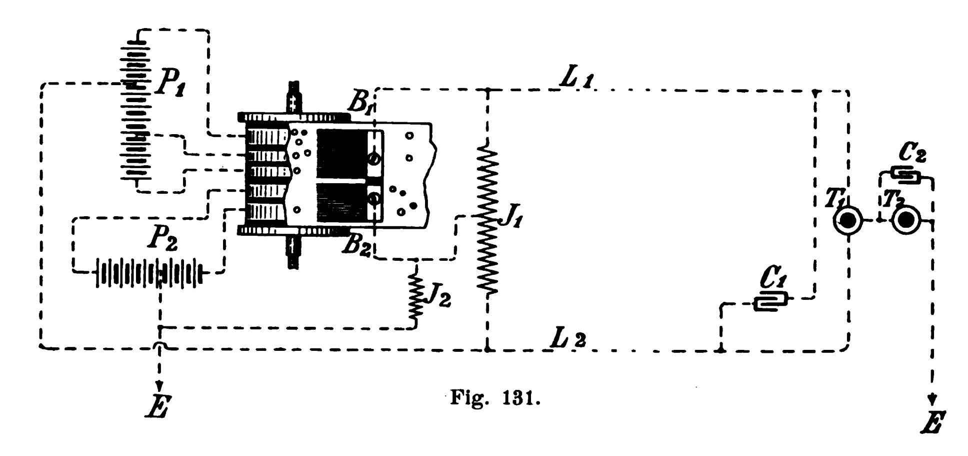


Fig. 131.

Die Kontaktbürste B_2, welche über den vierten und fünften Schleifring schleift, steht über die Selbstinduktionsspule J_1 mit den Leitungen L_1 und L_2 und durch die schwachwirkende Selbstinduktionsspule J_2 mit Erde in Verbindung. Der vierte Schleifring ist mit dem positiven, der fünfte Schleifring mit dem negativen Pole einer an Erde liegenden Batterie verbunden.

Der fünfreihig gelochte Papierstreifen (Fig. 132) hat die Breite der Kontaktwalze; die erste Lochreihe liegt über dem ersten Schleifringe, die zweite Lochreihe über dem zweiten Schleifringe u. s. w. Durch den Papier-

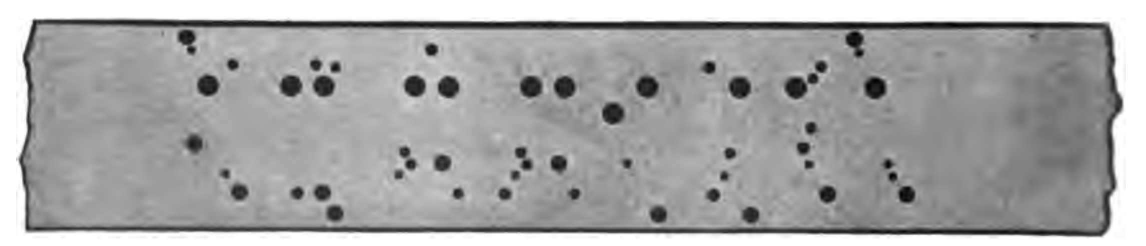


Fig. 132.

streifen sind die Bürsten von der Kontaktwalze isoliert; schleift aber eine Bürste über dem Loch des Streifens, so wird über die Bürste hinweg zwischen Batterie und Leitungen eine Verbindung hergestellt, deren Dauer von der Grösse des Loches abhängig ist.

Der Empfänger.

Der Empfänger, in Fig. 136 in Ansicht und in Fig. 137 im Längsschnitt dargestellt, besteht im wesentlichen aus einem Doppeltelephon, der Lichtquelle, einem Motor und der Vorrichtung zum photographischen Entwickeln und Fixieren des photographisch aufgenommenen Telegramms.

Das Doppeltelephon (Fig. 133 a) ist mit einem Dauermagnet *M* verbunden, dessen zwei Schenkel in biegsame eiserne Federn *A* und *B* mit rechtwinkelig nach aussen umgebogenen Spitzen auslaufen. Die Enden der Federn stehen durch je ein Stäbchen mit den Membranen der Telephone T_1 und T_2 in Verbindung. Eine dritte stärkere Feder *C*, die ebenfalls in eine rechtwinkelig gebogene, nach aussen gerichtete Spitze endigt, ist in der Mitte auf den Magnet aufgeschraubt.

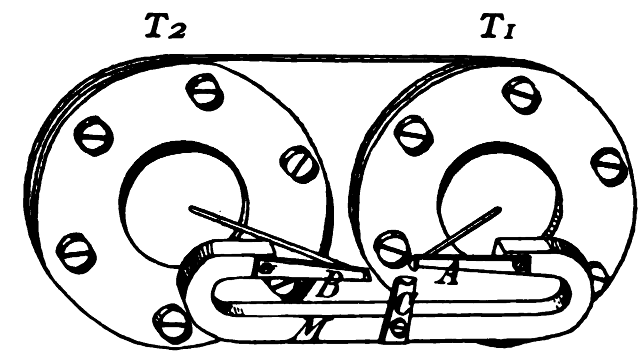


Fig. 133 a.

Auf diesen drei Spitzen ruht ein kleines, dünnes Eisenblech, auf dessen nach aussen gerichteter Seite ein kleiner Hohlspiegel festgekittet ist (in den

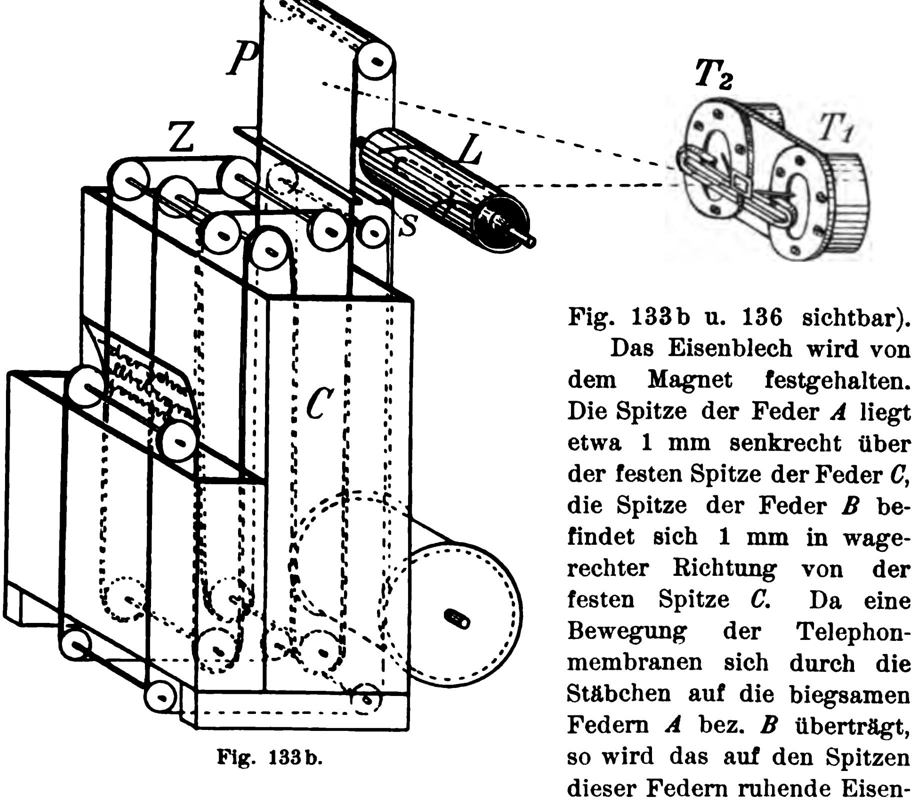


Fig. 133 b.

Fig. 133 b u. 136 sichtbar). Das Eisenblech wird von dem Magnet festgehalten. Die Spitze der Feder *A* liegt etwa 1 mm senkrecht über der festen Spitze der Feder *C*, die Spitze der Feder *B* befindet sich 1 mm in wagerechter Richtung von der festen Spitze *C*. Da eine Bewegung der Telephonmembranen sich durch die Stäbchen auf die biegsamen Federn *A* bez. *B* überträgt, so wird das auf den Spitzen dieser Federn ruhende Eisenblech, wenn die Membran des Telephons T_1 anspricht, sich um seine horizontale Achse drehen, und wenn das Telephon T_2 anspricht, eine Bewegung um seine senkrechte Achse mitmachen.

Die Lichtquelle und der photographische Entwickelungsapparat sind in Fig. 133 b schematisch dargestellt. Als Lichtquelle dient ein feststehendes

Glühlämpchen mit 3 bis 4 cm langem Glühfaden. Das Lämpchen sitzt im Innern eines hohlen, um seine Achse drehbaren Cylinders L, in dessen Mantel ein Schlitz in Gestalt eines ganzen Schraubenganges eingeschnitten ist. Der Cylinder wirkt als Blende und nur durch den Schlitz fällt das Licht der Glühlampe auf den kleinen Hohlspiegel. Durch die Drehung des Cylinders von rechts nach links wird also dieselbe Wirkung erzielt, als wenn die Lichtquelle selbst die nämliche Bewegung machte. Der von dem Hohlspiegel zurückgeworfene Lichtstrahl, welcher den lichtempfindlichen Papierstreifen P trifft, wird deshalb eine Bewegung von links nach rechts quer über den Streifen machen. Da der Streifen P — mittelst des Motors — langsam von oben nach unten bewegt wird, so ist die Lichtlinie auf dem Streifen etwas geneigt.

Aus dem Vorstehenden ist klar, dass durch Ansprechen des Telephons T_1 auf dem Streifen P eine Linie nach oben und unten oder nach unten und oben und durch Ansprechen des Telephons T_2 eine Linie in wagerechter Richtung erzeugt wird. Sprechen aber beide Telephone gleichzeitig an, so wird die Lichtlinie eine Komponente aus den beiden Linien bilden, welche beim Einzelansprechen der Telephone entstehen würden. Es kann deshalb, wenn beide Telephone gleichzeitig ansprechen, je nachdem das eine oder das andere Telephon länger beeinflusst wird, eine Kurve nach rechts oder links, d. h. jede beliebige beschrieben werden.

Die Erzeugung der Schrift auf dem Empfangsapparat geschieht nun in folgender Weise:

Von den Buchstaben der lateinischen Schreibschrift bestehen einige, wie *m*, *v*, *p*, aus einfachen, auf- und absteigenden Linien von verschiedener Höhe (Fig. 134). Zerlegen wir diese Buchstaben in ihre Elemente, wobei unter

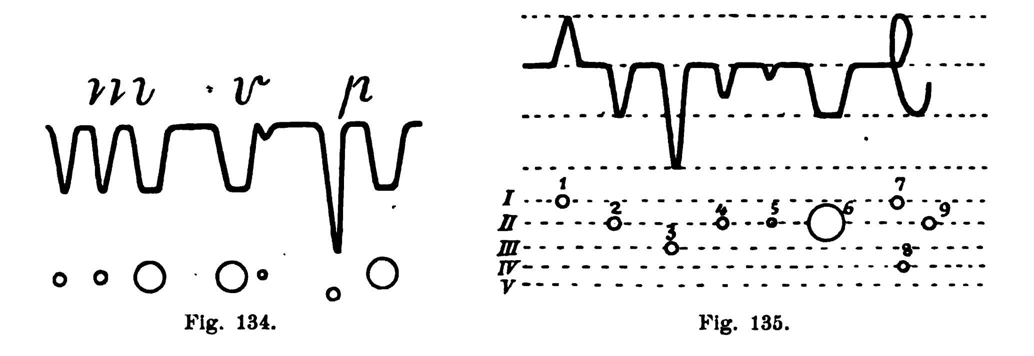


Fig. 134. Fig. 135.

einem Element jeder Teil zu verstehen ist, der mit einmaliger Auf- und Abwärtsbewegung der Feder bis zur Ausgangslinie zurück geschrieben werden kann, so finden wir, dass jedes Element dieser Buchstaben auf einen Anstoss des Hohlspiegels vom Lichtstrahl beschrieben werden kann. Der Buchstabe *m* besteht aus drei Elementen, die Buchstaben *v* und *p* sind aus zwei Elementen gebildet. Nun lassen sich aber Richtung, Stärke und Dauer der vom Sender ausgehenden Stromimpulse beliebig so wechseln, dass der Lichtstrahl des Empfängers die dem gewünschten Buchstabenelement entsprechende Linie auf dem Papierstreifen beschreibt. Lassen wir z. B. einen Papierstreifen, der, wie in Fig. 135 angedeutet, gelocht ist, über die Kontaktwalze gehen, so wird die Bürste B_1 (Fig. 131) zunächst durch Loch 1

eine Verbindung des ersten Schleifringes mit Leitung L_1 herstellen; es geht ein negativer Stromstoss durch L_1 über Telephon T_1 und durch L_2 zurück; die Membran und die mit ihr verbundene Feder A werden angezogen und wieder losgelassen, der Hohlspiegel folgt dieser Bewegung und der von dem Spiegel auf den Streifen zurückgeworfene Lichtstrahl beschreibt die auf- und

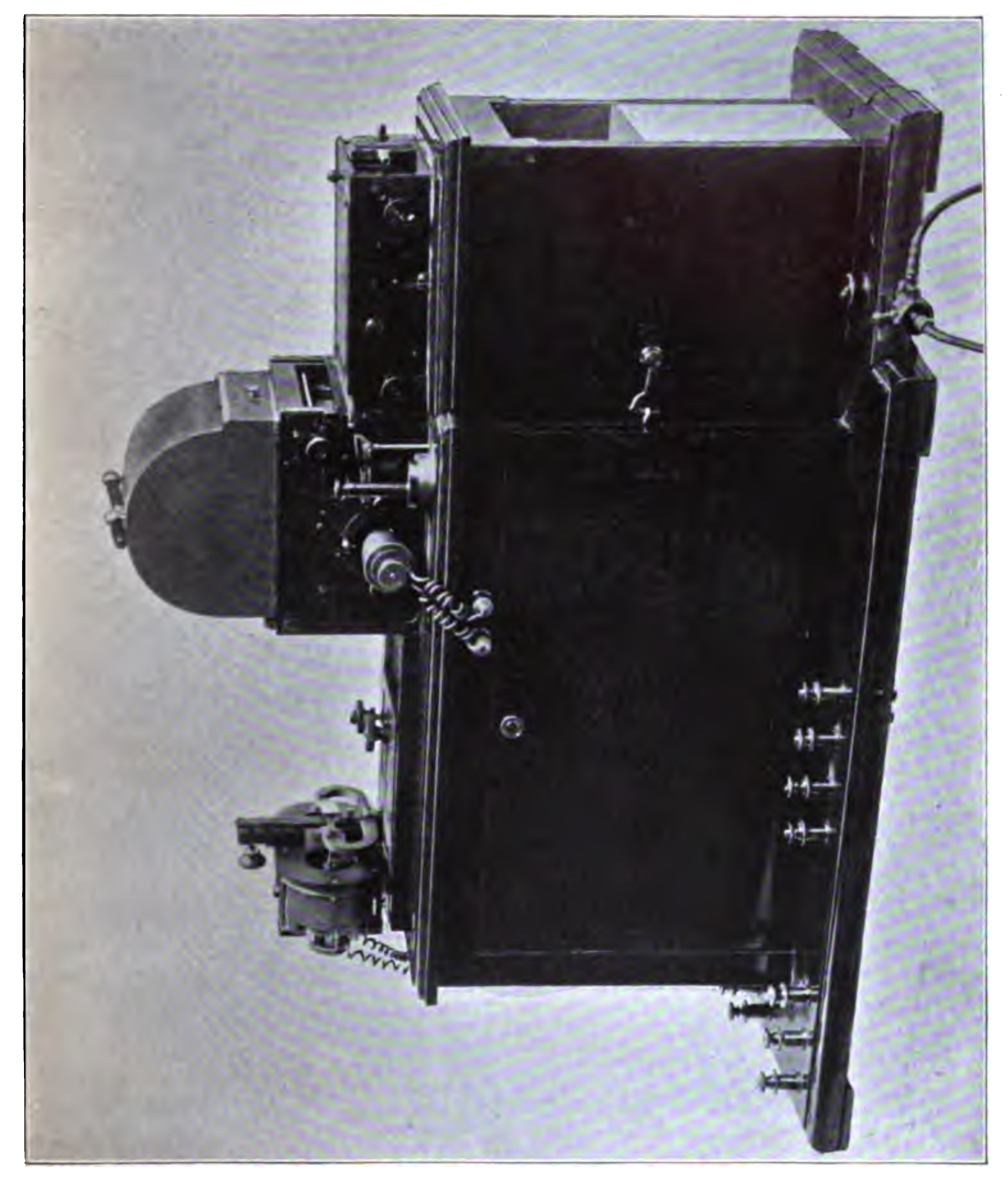


Fig. 136.

abgehende Linie 1 (Fig. 135). Durch Kontakt der Bürste über Loch 2 mit dem zweiten Schleifring gelangt ein positiver Strom nach dem Telephon T_1 und der Lichtstrahl schreibt die nach unten gerichtete Zickzacklinie 2. Durch Kontakt über Loch 3 wird ein positiver Strom von doppelter Stärke durch das Telephon T_1 geschickt, dessen Membran infolgedessen sich doppelt so stark durchbiegt und den Lichtzeiger zwingt, eine doppelt so weit nach unten

reichende Zickzacklinie 3 zu schreiben. Die Grösse der Löcher 1, 2 und 3 ist so gewählt, dass bei der bestimmten Geschwindigkeit des Streifens der Kontakt so lange dauert, dass die Stromstösse im Telephon ihre volle Wirkung ausüben können. Die Löcher 4 und 5 sind kleiner, sodass die Kontaktdauer kürzer ist, als erforderlich wäre, um das Telephon zu einem ganzen

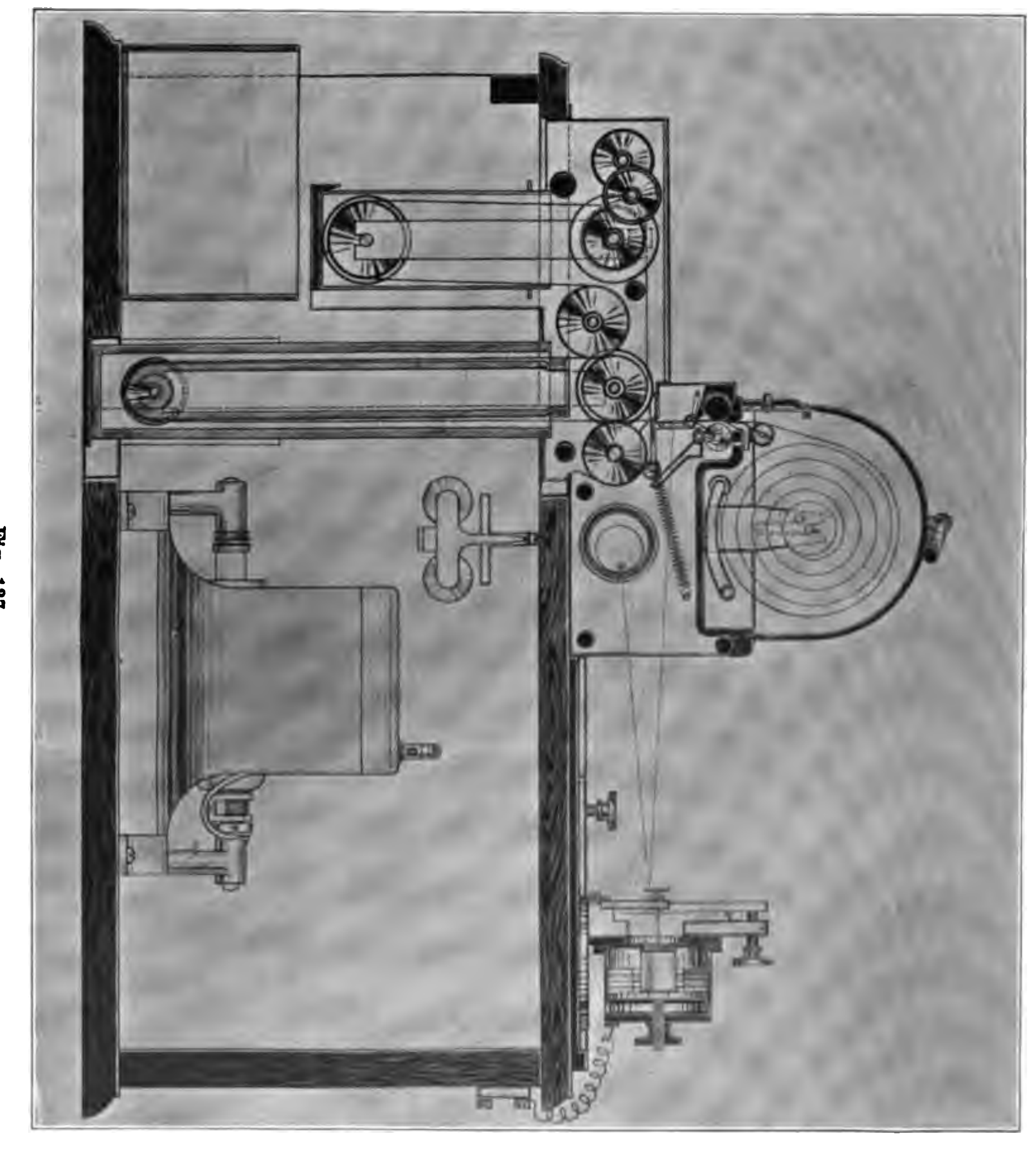


Fig. 137.

Ausschlag zu veranlassen; Loch 6 dagegen ist grösser, der Kontakt dauert also länger, als zur Stromausbildung nötig ist. Aus den Zickzacklinien 1—6 ergiebt sich, dass durch die verschieden grossen und entsprechend angeordneten Löcher ein Mittel gegeben ist, den Buchstabenelementen entsprechend verschiedene Stromstösse selbstthätig in die Leitung zu schicken und hierdurch den Spiegel derart zu bewegen, dass der Lichtstrahl diese Buchstaben-

elemente niederschreibt. So wird der Buchstabe *m* mittelst dreier Stromstösse (zwei Löcher 2 und ein Loch 6) übertragen.

Die aus geschlossenen Kurven bestehenden Buchstaben der lateinischen Schrift können durch die auf- und abwärts sich bewegenden Lichtpunkte nicht geschrieben werden, der Lichtpunkt muss vielmehr auch eine Bewegung in horizontaler Richtung erhalten. Zu diesem Zwecke werden die Elemente solcher Buchstaben in eine senkrechte und eine wagerechte Komponente zerlegt, und jede Komponente wird mittelst eines besonderen Stromstosses übertragen. Bei dem Buchstaben *l* geschieht dies z. B. in folgender Weise:

Durch die Kontaktbürste B_2 werden der zugehörigen Batterie P_2 über Schleifring 4 positive, über Schleifring 5 schwächere negative Ströme entnommen. Diese Batterie sowie das Telephon T_2 liegen an Erde; die aus P_2 kommenden Ströme fliessen durch L_1 und L_2, T_1 und T_2 zur Erde; T_1 wird durch diese Ströme, die es in gleicher Stärke aber entgegengesetzter Richtung durchfliessen, nicht beeinflusst.

Zur Erzeugung des Buchstabens *l* dienen die Löcher 7, 8 und 9 (Fig. 135). Loch 7 allein würde einen Ausschlag wie Loch 1 ergeben; sobald aber der Lichtstrahl ungefähr auf der Mitte der ansteigenden Linie angelangt ist, kommt ein kurzer starker Stromstoss über Loch 8, welcher durch das Telephon T_2 geht. Dadurch wird die Feder *B* (Fig. 133a) angezogen, das Eisenblech mit dem Hohlspiegel folgt der Bewegung der Feder und der Lichtstrahl wird von seiner ursprünglichen Richtung links nach oben abgelenkt. Ist der Lichtstrahl oben angelangt, so ist auch der Stromstoss über Loch 7 beendet; der Lichtpunkt bewegt sich daher nach der Mittellinie zurück. Hier beginnt Loch 9, welches einen nach unten gerichteten Ausschlag wie Loch 2 giebt. Der Lichtpunkt bewegt sich etwas nach rechts und bildet die untere Krümmung des Buchstabens *l*, bis das Loch 9 geendet hat; der Stromstoss hört auf und der Lichtpunkt kehrt aufwärts zur Mittellinie zurück. In ähnlicher Weise werden alle anderen, aus geschlossenen Kurven gebildeten Buchstaben geschrieben.

Um eine ganz gute Schrift zu erzielen, muss die Leitung von den Einflüssen der Ladung und der Selbstinduktion befreit werden. Zu diesem Zweck ist am Anfange der Doppelleitung die Selbstinduktionsspule J_1 (Fig. 131) und in den zweiten Stromkreis die Selbstinduktionsspule J_2 eingeschaltet. Um die Eigenschwingungen zu beseitigen, welche die elastischen Membrane der Telephone ausführen, nachdem sie durch die Stromstösse den Bewegungsantrieb erhalten haben, sind parallel zu den Telephonen die Kondensatoren C_1 und C_2 geschaltet.

Es erübrigt noch, die Wirkungsweise des photographischen Entwickelungsapparats zu beschreiben.

Das lichtempfindliche Papier (*P* in Fig. 133b), ein Streifen Film, ist auf die Rolle in dem runden Behälter des Empfängers (Fig. 137 oben) aufgewickelt und bewegt sich an einem Schlitz vorbei, der von dem zurückgeworfenen Lichtstrahl getroffen wird, über mehrere andere Rollen durch den automatischen Entwickeler und das Fixierbad. Der durch Niederdrücken eines Hebels am Sender in die Leitung gehende Stromstoss löst die Sperrvorrichtung des Empfängers (Fig. 137) aus, wodurch dessen Motor in Thätigkeit tritt, welcher die Rollen mit dem lichtempfindlichen Papier, sowie den die Glühlampe umschliessenden Cylinder in Bewegung setzt und gleichzeitig die

Glühlampe entzündet. Hat der Cylinder eine Umdrehung gemacht, so ist der schreibende Lichtpunkt, vom Spiegel aus gesehen, am rechten Rande des Papierstreifens angelangt und die Zeile ist beendet. In derselben Zeit hat sich der Streifen um eine Zeilenhöhe nach aufwärts bewegt. Mit der neuen Umdrehung des Cylinders erscheint der Lichtpunkt wieder am linken Rande des Streifens

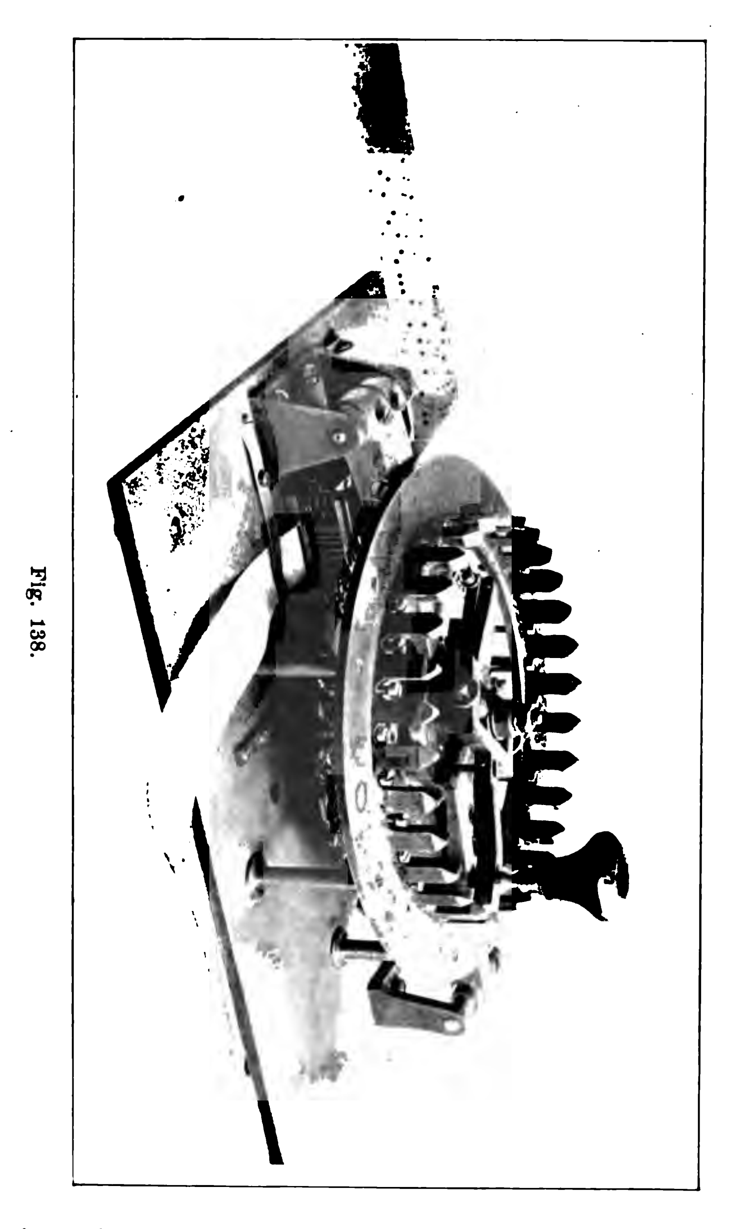


Fig. 138.

und beginnt eine neue Zeile zu schreiben. Infolge der Aufwärtsbewegung des Streifens neigt sich die Zeile rechts etwas nach unten. Der den Empfangsapparat bedienende Beamte beobachtet das ankommende Telegramm, sobald die Glühlampe aufleuchtet, durch ein neben dem Schlitz befindliches rotes Glas hindurch. Ist es beendet, was daran zu erkennen ist, dass der Lichtpunkt statt der Buchstaben nur gerade Zeilen schreibt, so schneidet er

mit der Schere (*S* in Fig. 133b) das Papier durch, womit gleichzeitig die Fortbewegung desselben oberhalb des Schlitzes unterbrochen wird, während das abgeschnittene Stück von den Führungsbändern *Z* durch das Entwickelungsbad *C* und ein daneben stehendes Fixierbad geführt wird. Das fertige Telegramm fällt schliesslich durch eine Öffnung des sonst lichtdicht abgeschlossenen Apparats heraus.

Der Lochapparat. Der Lochapparat (Fig. 138) wirkt in der Weise, dass die je einen Buchstaben darstellenden Löcher durch einen einzigen Druck der Kurbel in den Papierstreifen gestanzt werden. Die Buchstaben sind auf dem in der Figur sichtbaren Ringe aufgezeichnet; um einen bestimmten Buchstaben zu stanzen, wird die Kurbel bis zu der betreffenden Stelle gedreht und dann nach unten gedrückt.

B. Die Drucktelegraphen.

I. Der Hughesapparat.

Geschichtliches. Professor DAVID EDUARD HUGHES, der Erfinder des nach ihm benannten Typendrucktelegraphen, wurde durch seine physikalischen Studien auf das Gebiet der Telegraphie geführt. Seinen genialen Gedanken, mittelst synchron laufender Apparate die Zeichen am fernen Orte gleich in Druckschrift hervorzubringen, suchte er 1854, kaum 23 Jahre alt, durch den Bau des Typendruckapparats zu verwirklichen. Nachdem er 1855 seine Erfindung in Amerika hatte patentieren lassen, kehrte er 1857 nach London, seiner Vaterstadt zurück, um hier den Apparat einzuführen. In seinem Heimatlande hatte er zunächst keinen Erfolg, dagegen stellte man sich in Frankreich, wohin er sich 1860 wandte, der Verwendung seiner Apparate wohlwollend gegenüber. Die Einführung der Hughesapparate erfolgte 1862 in Italien, 1863 in England, 1865 in Russland, 1867 in Preussen und Österreich, 1868 in Holland, 1869 in Bayern, Württemberg und der Schweiz und 1870 in Belgien. Auf der internationalen Telegraphenkonferenz zu Wien 1868 wurde der Hughesapparat neben dem Morseapparat für den internationalen Telegraphendienst zugelassen. Gegenwärtig sind gegen 4000 Hughesapparate im Betriebe, davon etwa 650 in Deutschland.

An dem Apparat waren schon, bevor er nach Deutschland kam, zwei wesentliche Änderungen vorgenommen worden. Anfangs hatte HUGHES zur Regulierung der Geschwindigkeit einen schwingenden Stab mit verstellbarem Laufgewichte verwendet. Da dieser häufig zersprang, ersetzte er ihn durch ein konisches Pendel mit Centrifugalbremse. Ferner hatte der ursprüngliche Apparat zwei voneinander unabhängige Triebwerke: das eine bewegte das Typenrad und den Kontaktschlitten, das andere die Druckvorrichtung. Durch Verkuppelung der Schwungradachse mit der Druckwelle wurde das zweite Triebwerk entbehrlich gemacht.

In Deutschland hat der Hughesapparat, namentlich durch SIEMENS & HALSKE in Berlin, zahlreiche Verbesserungen erfahren, die sich meist auf die Ausführung einzelner Teile erstrecken; angeführt seien hier nur: die Anbringung einer zweiten Sperrklinke an der Aufzugvorrichtung und eines besonderen Kontakts zur Entsendung des Stromes, die Verbesserung der Vorrichtung zur Verkuppelung der Schwungradachse mit der Druckachse, die

senkrechte Brems- und Reguliervorrichtung, die Ersetzung des gewöhnlichen Gewichtsaufzugs durch eine selbstthätige Aufzugsvorrichtung sowie die Einführung des Elektromotors zum Antrieb des Apparats.



Fig. 139.

Fig. 139 stellt eine Abteilung des Hughesbetriebssaals des Haupttelegraphenamtes Berlin dar, bei welchem jetzt durchgängig Hughesapparate mit elektrischem Antriebe der Firma SIEMENS & HALSKE zur Verwendung kommen.

Prinzip des Hughesapparats. Der Hughes-Typendruckapparat giebt die Telegramme auf dem Papierstreifen in gewöhnlicher Druckschrift wieder. Er wird sowohl als Sender wie als Empfänger benutzt. In jedem

Prinzip des Hughes-apparats.



Fig. 140.

der beiden durch eine Telegraphenleitung verbundenen Apparate wird ein Stahlrad — das Typenrad —, das an seinem äusseren Rande die erforderlichen Buchstaben, Zahlen und Unterscheidungszeichen trägt, durch ein Räder-

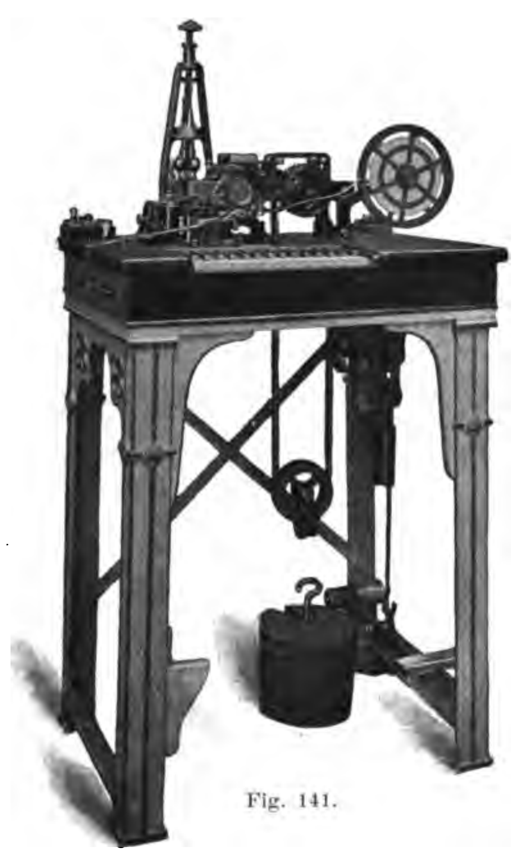


Fig. 141.

werk derart in eine beständige und gleichförmige Drehung versetzt, dass beide Typenräder in ihrem Umlaufe genau übereinstimmen und von beiden jederzeit die gleiche Type sich der unterhalb des Rades angebrachten Druckvorrichtung gegenüber befindet.

Beim Telegraphieren wird durch die Einwirkung des elektrischen Stromes auf das Elektromagnetsystem des Apparats, infolge mechanischer Übertragung der Bewegung des Ankerhebels, die Druckvorrichtung mit dem darüberliegenden Papierstreifen in dem Augenblicke gegen das Typenrad geschnellt, in welchem die Type des telegraphierten Zeichens die Druckstellung erreicht hat.

Zur Entsendung der Telegraphierströme dient ein Tastenwerk. Durch Niederdrücken der einzelnen Tasten, welche den verschiedenen Buchstaben, Zahlen und Zeichen entsprechen, wird jedesmal ein Strom in die Leitung gesendet, sobald das zu telegraphierende Zeichen des Typenrads sich auf beiden Ämtern in Druckstellung befindet. Fig. 140 giebt die Ansicht eines Apparats mit elektrischem Antrieb, Fig. 141 die eines Apparats für elektrischen und Gewichtsantrieb.

a) Hauptteile des Hughesapparats.

Die Hauptteile des Hughesapparats sind:

1. das Laufwerk mit der Vorrichtung zum Regulieren der Geschwindigkeit und der Anhaltevorrichtung;
2. das Elektromagnetsystem;
3. die Druckvorrichtung mit der Druckachse und der isolierten Feder, der Vorrichtung zur Verkuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse, der Typenradachse mit dem Typenrad und Zubehör, der Einstellvorrichtung und der Ausschlussfeder sowie der Vorrichtung zum Heben und Fortbewegen des Papierstreifens;
4. das Tastenwerk mit der Stiftbüchse sowie dem Kontaktschlitten mit der Kontaktvorrichtung.

Als Hülfs- oder Nebenapparatteile treten hinzu:

1. ein Umschalter als Stromwender,
2. eine Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten des Apparats.

1. Das Laufwerk.

Das Laufwerk oder Räderwerk, welches noch bei den meisten Apparaten durch ein etwa 60 kg schweres Gewicht getrieben wird (für neue Apparate wird elektrischer Antrieb vorgesehen), dient zur Bewegung des Typenrads und der Druckvorrichtung sowie der die Telegraphierströme entsendenden Teile.

Das Antriebsgewicht hängt mittelst loser Rolle in der einen Schleife einer über zwei Kettenräder und zwei feste Rollen gelegten endlosen stählernen Gliederkette. In der zweiten Schleife hängt ein kleineres und leichteres Gewicht ebenfalls an einer losen Rolle; diese trägt oben einen Flügelansatz, welcher eine Glocke zum Ertönen bringt, sobald das Antriebsgewicht beim Ablaufen des Räderwerkes so weit gesunken ist, dass es wieder aufgezogen werden muss. Beim Aufziehen des Antriebsgewichts geht das kleinere Gewicht nach unten; während jenes beim Betrieb abwärts sinkt, steigt dieses empor. Zum Aufziehen dient ein Trittbrett mit Tritthebel. Beim Niedertreten des Hebels wird mittelst der Aufzugsstange und einer Kette die Aufzugsrolle gedreht und damit zugleich das eine Kettenrad, was ein Heben des Triebgewichts zur Folge hat. Beim Loslassen des Hebels wird die Aufzugsrolle von einer zweiten Kette durch die Kraft einer Spiralfeder zurückgedreht, während das Kettenrad durch eine Sperrvorrichtung am Zurückgehen verhindert ist. Durch abwechselndes Niedertreten und Loslassen des Trittbretts lässt sich das Antriebsgewicht so lange heben, bis es gegen einen mit Gummizwischenlage versehenen, an der unteren Seite der Tischplatte angebrachten Holzklotz stösst.

Das eigentliche Triebwerk besteht aus 4 Zahnrädern, 4 Trieben und 5 in die Apparatwangen eingelagerten Achsen. Auf der ersten Achse ist ausser dem Zahnrade noch das die Bewegung auf das Räderwerk übertragende Kettenrad des Triebgewichts befestigt. Die zweite, dritte und vierte Achse tragen je ein Zahnrad und einen Trieb. Das auf der vierten Achse sitzende Zahnrad greift in den vierten Trieb ein, der auf einer fünften Achse, der Schwungradachse, angebracht ist. Die vierte Achse reicht durch die vordere Apparatwange hindurch und trägt auf dem vor der Wange liegenden Teile das mittelst einer Buchse aufgeschobene Typenrad. Hinter dem Typenrade sitzt auf derselben Buchse das mit scharfen Zähnen versehene stählerne Korrektionsrad. Weiterhin trägt die vierte Achse hinter der vorderen Apparatwange ein kegelförmiges Zahnrad, das in ein gleichartiges, aber in horizontaler Ebene um eine vertikale Achse drehbares Kegelrad (s. Fig. 155 u. 158) eingreift. Diese vertikale Achse bewegt den Kontaktschlitten oder Wagen. Ihr unteres Ende dreht sich mittelst eines eiförmigen Zapfens in einem Lager einer auf der Tischplatte befestigten Messingscheibe (Deckplatte der Stiftbüchse). Der obere Zapfen der Achse läuft in einem Lager eines winkelförmigen Messingstücks, das an der inneren Seite der vorderen Apparatwange befestigt ist.

Da die beiden konischen Räder dieselben Abmessungen und die gleiche Anzahl Zähne haben, so müssen die Umdrehungszeiten des Typenrads und des Kontaktschlittens ebenso wie die ihrer Achsen gleich sein.

Umdrehungsgeschwindigkeit. Das Triebwerk ist so eingerichtet, dass bei einmaliger Umdrehung der Kettenradachse die Typenradachse 108

und die Schwungradachse mit dem Schwungrade 756 Umdrehungen macht. Soll der Kontaktschlitten z. B. 120 mal in der Minute herumbewegt werden, so muss die Typenradachse 120 Umdrehungen und die Schwungradachse

$$\frac{756}{108} \cdot 120 = 840 \text{ Umdrehungen}$$

in der Minute machen.

Die Vorrichtungen zum Regulieren der Geschwindigkeit.

Die Vorrichtungen zum Regulieren der Geschwindigkeit bestehen im wesentlichen aus einer Bremse und einem einfachen Pendel oder einem Doppelpendel. Die Bremse dient zur Ausgleichung der Gewichtskraft, die während der Zeiträume, in denen der in Bewegung befindliche Apparat nicht zugleich mit der Druckvorrichtung arbeitet, zu gross ist; sie hat die Aufgabe, die Laufgeschwindigkeit des Hughesapparats dauernd gleichmässig zu erhalten. Mit Hülfe des Pendels kann man die Laufgeschwindigkeit innerhalb gegebener Grenzen vergrössern oder verringern.

Die Brems- und Reguliervorrichtung nach Siemens & Halske (Fig. 142). Sie wird unmittelbar hinter der Schwungradachse in einen auf den Apparattisch geschraubten gusseisernen Bock eingelagert. Zwischen den Schenkeln des Bockes ist eine vertikale Achse drehbar befestigt; an dieser sind mittelst kräftiger Blattfedern die beiden einander gegenüberliegenden Pendelstangen *P* angebracht. Die Blattfedern haben das Bestreben, die Pendelstangen an die Achse heranzudrücken. Dieser Druck wird durch zwei weitere auf beiden Seiten der Achse angebrachte Federn *F* verstärkt, deren freie Enden sich gegen die Pendelstangen legen.

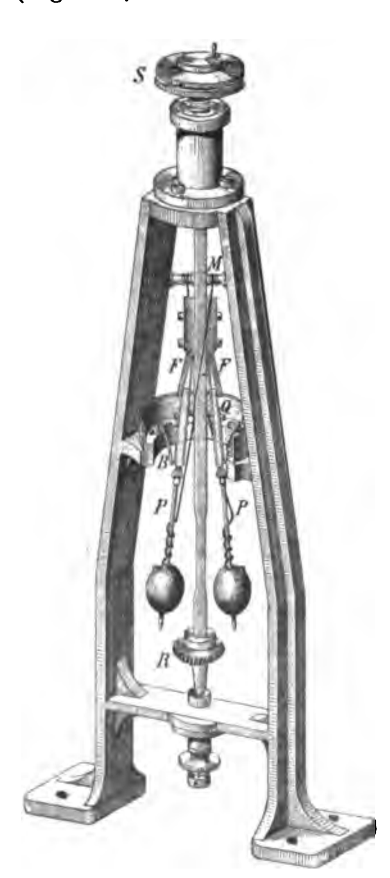


Fig. 142.

Auf jede Pendelstange ist eine Schwungkugel lose aufgeschoben. Diese wird von einem spiralig um die Pendelstange gewundenen Stahldraht getragen. Die Spiraldrähte sind mit ihrem oberen Ende an dem in einem Längsschlitze der Achse verschiebbaren Messingstücke *M* festgelegt. Mit letzterem ist ein dünner, runder Stahlstab verschraubt, welcher durch den oberen Zapfen der Achse hindurchgreift und in der Regulierschraube *S* endigt. Durch Drehung der Regulierschraube kann das Messingstück *M* mit den Schwungkugeln gehoben oder gesenkt werden.

Jede Pendelstange trägt an ihrer Aussenseite einen Stahlwinkel *B*, in dessen freies Ende ein kleiner Bremsklotz eingesetzt ist. Die Bremsklötze stehen der Innenfläche des zwischen den Schenkeln des gusseisernen Bockes wagerecht angebrachten Bremsringes *Q* gegenüber.

Die senkrechte Achse wird mit den Pendeln und Schwungkugeln durch ein auf die Schwungradachse aufgesetztes kegelförmiges Zahnrad, welches in

das gleichartige Zahnrad *R* eingreift, in Umdrehung versetzt. Die Regulierschraube *S* nimmt an der Umdrehung nicht Teil.

Vermöge der Centrifugalkraft haben die Schwungkugeln das Bestreben, bei wachsender Umdrehungsgeschwindigkeit einen immer grösseren Kreis zu beschreiben. Die freien Enden der Pendelstangen entfernen sich daher immer weiter von der Achse, bis sich die Bremsklötze gegen die Innenwand des Bremsringes legen. Durch die so entstehende Reibung wird die Geschwindigkeit gemässigt und die Grösse des Pendelausschlags verringert. Nun beginnt das Spiel von neuem, und da es in sehr kurzen Zwischenräumen wechselt, so nimmt das Laufwerk bald nach Ingangsetzung einen gleichmässigen Gang an.

Durch Heben und Senken der Schwungkugeln mittelst der Regulierschraube *S* kann die Geschwindigkeit des Laufwerks innerhalb bestimmter Grenzen genau geregelt werden. Senkt man die Kugeln, so werden die Pendel verlängert, infolgedessen aber die Centrifugalkraft und damit der Druck der Bremsklötze gegen den Bremsring vergrössert, also die Laufgeschwindigkeit des Apparats verringert. Ein Heben der Schwungkugeln bewirkt das Umgekehrte.

Durch die vorbeschriebene Brems- und Reguliervorrichtung wird ein erheblich ruhigerer Gang des Apparats und ein sichererer Gleichlauf der Laufwerke erzielt, als dies mit den noch vielfach vorhandenen Vorrichtungen älterer Art möglich ist.

Die Brems- und Reguliervorrichtung älterer Art. Zur Regulierung der Laufgeschwindigkeit dient ein aus einer Lamelle und einer Kugel bestehendes, horizontal liegendes Pendel. Die Lamelle ist ein nach vorn sich verjüngender runder Stahlstab, dessen stärkerer Teil zu einer scheibenförmigen Spirale gewunden ist. Die beiden Enden der Spirale sind so gebogen, dass sie in einer durch die Mitte der Spiralfläche senkrecht hindurchgehenden geraden Linie liegen. Das stärkere gerade Ende ist mittelst einer Hülse in einen an der hinteren Seite des Apparattisches befestigten gusseisernen Träger eingelagert. Das dünnere Ende der Pendelstange, welches die verschiebbare massive Messingkugel trägt, ist in eine Öse des Bremshebels lose eingeschoben. Die Bremsvorrichtung ist auf das Ende der Schwungradachse mittelst einer Buchse aufgesetzt, jedoch der Bremsring an dem Lagergestelle der Schwungradachse besonders befestigt. Sobald sich die Schwungradachse dreht, wird das in die Öse des Bremshebels eingeschobene freie Ende der Pendelstange im Kreise herumgeführt; diesen kreisförmigen Bewegungen muss auch die auf die Pendelstange aufgeschobene Schwungkugel folgen.

Vermöge der Centrifugalkraft hat die Schwungkugel das Bestreben, bei wachsender Geschwindigkeit einen immer grösseren Kreis zu beschreiben. Infolgedessen sucht auch die Bremshebelöse sich von der Schwungradachse zu entfernen; das andere Ende des Bremshebels wirkt hierbei durch den Druck einer excentrisch angebrachten Elfenbeinscheibe gegen eine den Bremsklotz tragende Feder, so dass der Bremsklotz gegen die innere Wand des Bremsrings gedrückt wird. Durch die so entstehende Reibung wird die Laufgeschwindigkeit gemässigt und die Grösse des Pendelausschlags verringert. Die Bremshebelöse nähert sich jetzt wieder der Schwungradachse, die Reibung des Bremsklotzes nimmt ab und das Spiel beginnt von neuem.

Mittelst eines spiralig um die Pendelstange gewickelten Drahtes und einer Zahnstange mit Schraube kann die Schwungkugel verschoben und damit die Pendellänge verändert werden. Der Verlängerung des Pendels ent-

spricht eine Zunahme der Schwungkraft und daher eine geringere Drehungsgeschwindigkeit, der Verkürzung eine Beschleunigung der Drehung.

Die Anhaltevorrichtung.

Die Anhaltevorrichtung, eine starke gebogene Stahlfeder ist gegenüber dem Schwungrad isoliert befestigt und presst sich mit einem hölzernen Klötzchen gegen dieses an, sobald ein an der hinteren Apparatwand drehbar befestigter Metallarm — der Anhaltehebel — senkrecht nach oben zeigt. Durch das Bremsklötzchen wird der Umlauf des Schwungrads und damit die Bewegung des Laufwerkes gehemmt. Da das Schwungrad mit der Schwungradachse nicht starr verbunden, sondern mittelst einer Buchse so aufgesetzt ist, dass die Schwungradachse sich unter Überwindung einer gewissen Reibung noch weiter bewegen kann, wenn das Schwungrad angehalten wird, so wirkt die Anhaltevorrichtung nicht plötzlich, sondern allmählich, wodurch Beschädigungen des Apparats vermieden werden. Wird der Anhaltehebel wagerecht gestellt, so entfernt sich das Bremsklötzchen vom Schwungrad und das Laufwerk setzt sich in Bewegung.

Zwischen den beiden Armen der Stahlfeder des Anhaltehebels ist ein Messingstück mit einem Platinkontaktstift isoliert angebracht; dem Platinstifte gegenüber ist an dem das Bremsklötzchen tragenden Federarm ebenfalls ein Platinkontaktstück befestigt. Diese Einrichtung hat den Zweck, gleichzeitig mit dem Anhalten des Laufwerkes einen Wecker in den Stromkreis einzuschalten; beim Anhalten wird nämlich durch das Aufrichten des Hebels der Kontakt geöffnet und so dem ankommenden Strome ein Weg durch den zwischen beide Kontaktteile geschalteten Wecker geboten. Wird durch Niederlegen des Anhaltehebels der Kontakt zwischen den beiden Platinstücken geschlossen, so ist der Wecker durch Kurzschluss ausgeschaltet (s. Fig. 160 u. 161).

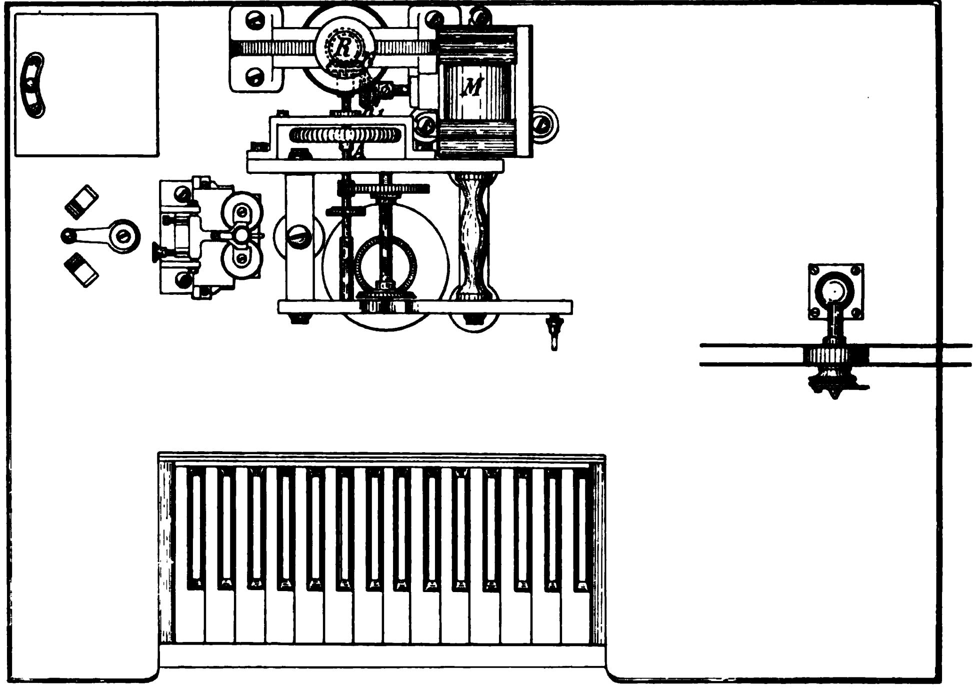


Fig. 143.

Hughesapparat mit elektrischem Antriebe.

Hughesapparat mit elektrischem Antriebe (Fig. 143). Triebwerk und Aufzugsvorrichtung sind durch einen kleinen doppelpoligen Elektromotor *M* mit Ringanker ersetzt, der an vorhandene elektrische Lichtleitungen angeschlossen werden kann. Die Tourenzahl des Motors beläuft sich auf etwa 800 Umdrehungen in der Minute. Kommutator und Bürsten sind leicht zugänglich angebracht; die Achsenlager sind mit Ringschmierung versehen. Der Motor verbraucht bei 110 Volt Spannung höchstens 0,13 Amp. Strom, also nur 14,3 Watt Energie in der Sekunde.

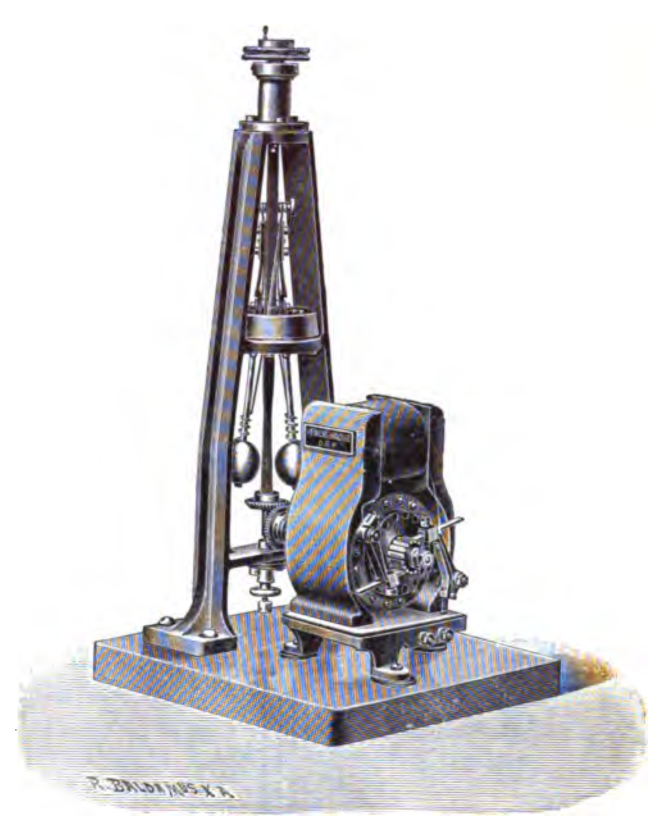


Fig. 144.

Mit der Schwungradachse *A* des Hughesapparats ist der Motor durch Kegelräder gekuppelt. Es befindet sich auf der Schwungradachse ein doppeltes Kegelrad *K*, das einerseits, wie bei den Apparaten mit Gewichtsantrieb, mit der Brems- und Reguliervorrichtung *R*, andererseits mit dem auf der Achse des Motors sitzenden Kegelrade K_1 in Eingriff steht. Die Schwankungen in den Umdrehungszahlen des Motors werden durch die Reguliervorrichtung vollständig ausgeglichen. Zur Einschaltung des Stromes für den Motor dient ein an der rechten Seite des Apparattisches angebrachter Kurbelumschalter (in der Figur nicht sichtbar), durch welchen beim Einschalten zugleich der Weckerstromkreis kurz geschlossen wird. Die Papierrolle ist auf einer besonderen Säule angebracht; die übrige Einrichtung entspricht derjenigen der Hughesapparate mit Gewichtsantrieb. Fig. 144 giebt die Ansicht eines Motors in Verbindung mit der Brems- und Reguliervorrichtung.

2. *Das Elektromagnetsystem.*

Das Elektromagnetsystem (Fig. 145) besteht aus einem hufeisenförmigen Stahlmagnet *M*, der aus 4 Lamellen zusammengesetzt ist, und auf dessen Pole zwei von paraffinierten Drahtspulen mit etwa 940 Ohm Gesamtwiderstand umgebene hohle Kerne von weichem Eisen aufgeschraubt sind, ferner aus einem flachen Eisenanker *A*, welcher mittelst eines T-förmigen Ansatzstücks zwischen zwei Messingständern *T* um Zapfenschrauben drehbar gelagert ist. Der Anker liegt für gewöhnlich auf den Polschuhen der Eisenkerne auf.

Der Dauermagnet befindet sich unterhalb der Tischplatte des Apparats; die Lamellen werden durch zwei eiserne Querverbindungen zusammengehalten. Hat der Dauermagnet nach längerem Gebrauch einen Teil seines Magnetismus verloren, so ist eine der eisernen Querverbindungen durch eine messingene zu ersetzen. Das ganze Magnetsystem ist mit dem Messingwinkel *N* verschraubt, dessen horizontaler Schenkel auf der oberen Fläche des Apparattisches befestigt ist und die beiden Messingständer *T* trägt. Die obere Fläche des Ankers bedeckt eine dünne Stahlfeder — das Schutzblech —, die als Anschlag gegen die Anschlagschraube des Auslösehebels *G* dient. Die von der Ankerachse nach unten gerichteten beiden verschieden starken stählernen Blattfedern *e* — die Ankerfedern — werden als Abreissfedern benutzt. Die Spannung der Ankerfedern kann durch zwei Stellschrauben, welche in die Ansatzbacken einer Querverbindung der Ankerständer eingelassen sind, reguliert werden. Man unterscheidet die feste Feder und die veränderliche Feder.

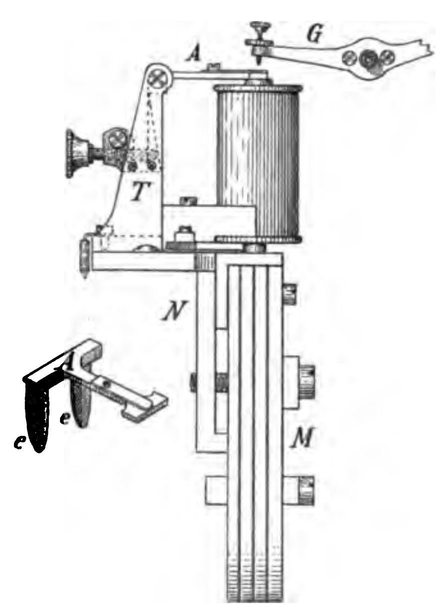


Fig. 145.

Die feste Feder ist so anzuspannen, dass sie allein den Ankerhebel gegen den Auslösehebel mit derjenigen Kraft zu schleudern vermag, die zur sicheren Verkuppelung der Schwungradachse mit der Druckachse erforderlich ist. Ist diese Feder einmal richtig gespannt, so braucht sie nur selten nachreguliert zu werden. Zum Drehen der zugehörigen Stellschraube ist ein Schraubenzieher oder Stellstift erforderlich.

Die veränderliche Feder kann vermöge ihrer kordenförmigen Stellschraube ohne Anwendung von Schraubenzieher oder Stellstift mit der Hand reguliert werden; ihre Spannung ist der wechselnden Stärke des Stromes und des Magnetismus anzupassen.

Zur Regulierung der magnetisierenden Einwirkung des Dauermagnets auf die Elektromagnetkerne dient ein vorn zugespitzter Eisenstab — der Schwächungsanker —; je weiter er auf der Tischplatte an den Polen des Dauermagnets vorgeschoben wird, desto mehr wird die Wirkung des Magnets auf die Eisenkerne und den Anker geschwächt. Durch passende Schwächung des in den Kernen vorhandenen Dauermagnetismus und durch Regulieren der Ankerfedern kann man die den Anker in entgegengesetztem Sinne beeinflussenden Kräfte der magnetischen Anziehung und der Abreissfedern nahezu einander gleich machen und dadurch den Apparat so empfindlich einstellen, dass verhältnismässig schwache Ströme zum Abschnellen des Ankers genügen. Richtung und Stärke des Stromes sind beim Betriebe so zu bemessen, dass der in den Kernen vorhandene Dauermagnetismus nicht ganz aufgehoben, sondern nur soweit geschwächt wird, dass der Druck der Ankerfedern den Anker gegen den Auslösehebel emporschnellen kann. Damit der Anker an den Polschuhen nicht kleben bleibt, sind diese mit einem Papierstreifen zu bedecken.

3. Die Druckvorrichtung.

Durch das Laufwerk werden die Schwungradachse und die Typenradachse in Bewegung gesetzt. Die Schwungradachse hat drei Lager: eins in einem an der Innenseite der hinteren Apparatwange befestigten Messingstück, ein zweites in einem an der Aussenseite dieser Wange angebrachten Gestell, innerhalb dessen das Schwungrad seinen Platz hat, und das dritte in einer Ausbohrung der Druckachse. Die Schwungradachse kann sich unabhängig von der Druckachse drehen. Der Abdruck eines Zeichens geschieht in der Weise, dass die für gewöhnlich ruhende Druckachse mit der Schwungradachse verkuppelt wird. Hierdurch wird die Vorrichtung, welche den Papierstreifen gegen das Typenrad andrücken soll, in Bewegung gesetzt. Die Verkuppelung von Schwungradachse und Druckachse wird nach einmaligem Umgange der Achsen selbstthätig wieder aufgehoben.

Zur Druckvorrichtung gehören:

a) die Druckachse und die isolierte Feder,
b) die Vorrichtung zur Verkuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse,
c) die Typenradachse mit dem Typenrad und den zugehörigen Teilen,
d) die Einstellvorrichtung mit der Ausschlussfeder,
e) die Vorrichtung zur Hebung und Fortbewegung des Papierstreifens.

Die Druckachse und die isolierte Feder.

a) Die Druckachse und die isolierte Feder. Die Druckachse bildet die Verlängerung der Schwungradachse; sie ist mit dem innerhalb des Apparatgestells befindlichen Ende auf einen Zapfen der Schwungradachse und mit dem anderen vor der vorderen Apparatwange liegenden Ende mittelst Zapfens in einen Messingwinkel gelagert. Ein drittes Lager befindet sich in einem unterhalb der vorderen Apparatwange befestigten Messingbügel.

Fig. 146 veranschaulicht die Druckachse für Apparate mit Kuppelung neuerer Art nach SIEMENS & HALSKE, Fig. 147 nach STOCK & CIE. Die Druckachse für Apparate mit Kuppelung älterer Art stimmt bezüglich der vor der vorderen Apparatwange liegenden, zur Druckvorrichtung gehörenden Teile im wesentlichen mit den beiden abgebildeten Druckachsen überein; dagegen zeigen die zur Kuppelung dienenden Teile erhebliche Unterschiede. Die zur Druckvorrichtung gehörigen Teile sind wie folgt auf die Druckachse aufgesetzt. Das vordere Ende der Achse trägt ein nierenförmiges Stahlstück, in welches der mit scharfer Kante versehene

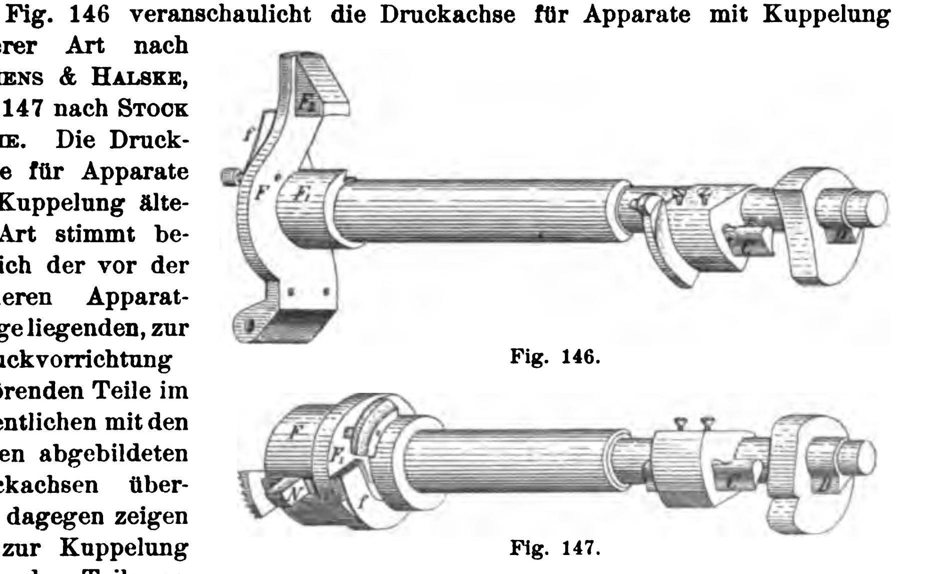


Fig. 146.

Fig. 147.

Druckdaumen D eingeschoben und mittelst einer Schraube festgeklemmt ist. Hinter dem nierenförmigen Stücke ist ein zweites Stahlstück befestigt und in dieses der mit einer scharfen Schneide versehene, oben abgerundete Korrektionsdaumen C eingeschoben.

Die isolierte Feder (s. Fig. 160 u. 161). — Neben dem Achslagerwinkel der Druckachse ist an der vorderen Apparatwange ein Ebonitwinkel als Träger für eine an ihrem freistehenden Ende aufgeschlitzte dünne Blattfeder — isolierte Feder genannt — aufgeschraubt. Das festliegende Ende der isolierten Feder steht mit einer Klemme des Stromwenders in Verbindung; auf dem freien Ende der Feder liegt der Korrektionsdaumen in seiner Ruhelage auf.

Die Vorrichtung zur Verkuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse.

b) Die Vorrichtung zur Verkuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse. Hierzu gehören: das auf der Schwungradachse sitzende Sperrrad, die auf dem hinteren Ende der Druckachse angebrachten Teile für die Verkuppelung und der Auslösehebel.

Kuppelung nach Siemens & Halske. — Auf die nach dem Ingangsetzen des Apparats in steter Umdrehung begriffene Schwungradachse ist ein mit scharfen seitlichen Zähnen versehenes Sperrrad Z aufgesetzt (Fig. 149),

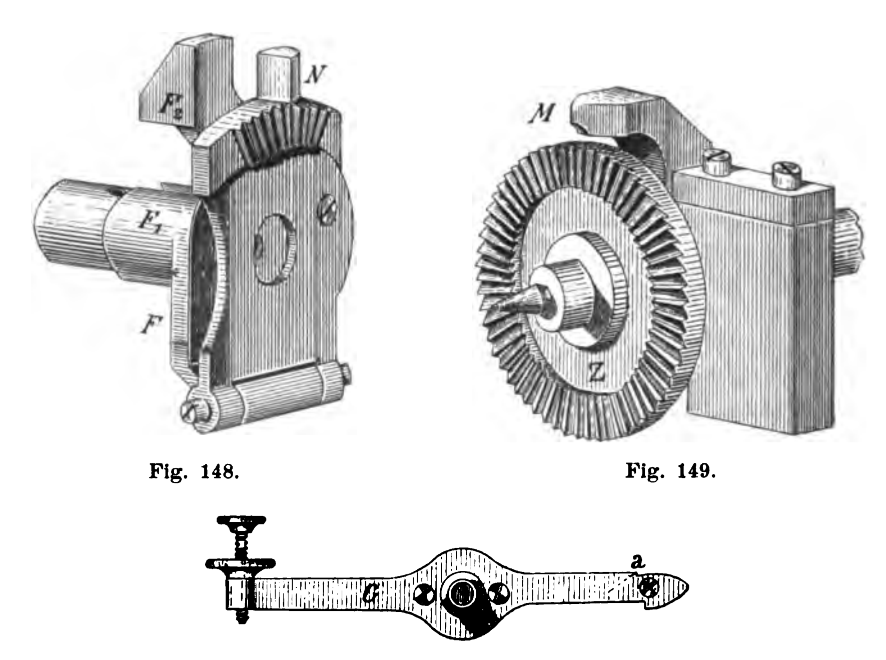


Fig. 148. Fig. 149.

Fig. 150.

über dessen Peripherie auf dem Lagerstücke der Schwungradachse ein mit scharfer Schneide versehenes Stahlstück M — die sog. schiefe Ebene — befestigt ist. Die Druckachse trägt an ihrer der Schwungradachse zugekehrten Seite ein Stahlstück F (Fig. 146 u. 148). An dem einen Ende dieses Stahlstücks ist ein keilförmiger Ansatz F_2, an dem anderen Ende mittelst eines Scharniers die Sperrklinke mit dem Ansatze N so angebracht, dass ihre Zähne denjenigen des Sperrrads gegenüberstehen. Eine zwischen der Sperrklinke und dem Stahlstück F angeordnete Blattfeder f strebt die Zähne der Sperr-

klinke zwischen diejenigen des Sperrrads zu pressen. So lange jedoch die Druckachse in der Ruhelage den Ansatz F_2 an dem Vorsprung *a* des Auslösehebels (Fig. 150) liegen hat, wird das Einfallen der Sperrklinke in das Sperrrad dadurch verhindert, dass der Ansatz *N* der Sperrklinke durch die linksseitige Fläche der schiefen Ebene *M* aufgehalten wird.

Sobald aber infolge Emporschnellens des Ankers der Auslösehebel sich mit dem rechtsseitigen Ende senkt, giebt sein Vorsprung den Anschlag F_2 frei. Nun können die Sperrklinke und ihr Ansatz dem Drucke der Feder *f* folgen. Dieser Druck bewirkt, dass das Ansatzstück der Sperrklinke unter gleichzeitiger Drehung der Druckachse an der linksseitigen Fläche der schiefen Ebene entlang gleitet, bis die Zähne der Sperrklinke von denjenigen des Sperrrads ergriffen und mitgenommen werden. Hiermit ist die Verkuppelung beider Achsen vollendet.

Die Verkuppelung bleibt stets nur während einer Umdrehung der Schwungradachse bestehen. Kurz vor Beendigung der Umdrehung gleitet der Ansatz der Sperrklinke an der rechtsseitigen Fläche der schiefen Ebene *M* hin, wodurch er nebst der Klinke zurückgedrängt wird. Der Ansatz überschreitet die Schneide und bleibt auf der linksseitigen Fläche der schiefen Ebene liegen, sobald der Anschlag F_2 den Vorsprung *a* des inzwischen in die Ruhelage zurückgekehrten Auslösehebels wieder erreicht hat. In dieser Stellung ist die Sperrklinke so weit zurückgedrängt, dass sie nicht mehr in das Sperrrad eingreifen kann; die Entkuppelung der beiden Achsen ist hiermit vollendet.

Die Zurückführung des Auslösehebels in die Ruhelage erfolgt durch die gemeinsame Wirkung eines auf der Druckachse angebrachten, von unten her auf das rechtsseitige Hebelende wirkenden Excenters F_1 und einer regulierbaren Abreissfeder. Diese Feder ist einerseits in einen an der Hebelachse sitzenden Stift, andererseits in einen Zapfen eingehakt, welcher durch ein an der hinteren Apparatwange befestigtes Messingstück hindurchgreift. Die Achse des Auslösehebels ist in die beiden Apparatwangen eingelagert.

Mit dem Auslösehebel wird zugleich der Anker in die Ruhelage zurückgeführt.

Kuppelung nach Stock & Cie. — Die Schwungradachse trägt ebenfalls ein mit scharfen, seitlichen Zähnen versehenes Sperrrad *Z*, diesem gegenüber ist auf der Druckachse die Muffe *F* befestigt (Fig. 151 u. 152).

In einer vierkantigen Nute dieser Muffe ist ein an dem einen Ende mit scharfen Zähnen versehener Riegel (Fig. 147, 151 u. 153) so angeordnet, dass er mittelst des aus einem Ausschnitte der Muffe hervorragenden Zapfens *N* in der Achsenrichtung hin und her verschoben werden kann. Hinter der Muffe ist auf der Druckachse ein mit einer spiralig gebogenen Blattfeder *f* versehener Ring (Fig. 147 u. 151) aufgesetzt; die Blattfeder legt sich gegen das vordere Ende des Riegels und hat das Bestreben, dessen Zähne zwischen diejenigen des Sperrrads zu pressen, d. h. die beiden Achsen zu verkuppeln.

Die Wirkung der Blattfeder kann jedoch in der Ruhestellung der Druckachse und des Auslösehebels nicht zur Geltung kommen. Der Auslösehebel (Fig. 154) umfasst nämlich mit seinem rechtsseitigen, gabelförmigen Arme die Muffe derart, dass die untere Gabelzinke mit dem Vorsprung *a* und dem seitlich angebrachten keilförmigen Stahlstück *m* in der Ruhelage des Auslösehebels dicht unterhalb der Muffe liegt. Die Muffe hat dabei eine solche Stellung, dass der Riegel sich mit seinem Zapfen *N* in den von Vorsprung

und Keilstück des Auslösehebels gebildeten stumpfen Winkel legt. In dieser Lage ist der Riegel durch das Keilstück so weit nach der Vorderseite des Apparats gedrängt, dass er das Sperrrad nicht erreichen kann.

Sobald jedoch der rechtsseitige Arm des Auslösehebels sich infolge Abschnellens des Ankers senkt, werden Keilstück und Vorsprung des Auslösehebels aus der Bahn des Riegelzapfens herausgezogen. Der Riegel schnellt nunmehr unter dem Einfluss der Spiralfeder gegen das Sperrrad, und seine Zähne schieben sich zwischen die Zähne des Sperrrads: die Verkuppelung der beiden Achsen ist bewirkt.

Nach einem Umlauf erfolgt die Entkuppelung. Hierzu dient das auf die Muffe aufgesetzte Excenter F_1, welches mit seiner Aussenfläche sich unter den oberen Gabelzinken des Auslösehebels schiebt und in Verbindung mit der Abreissfeder den rechtsseitigen Arm des Auslösehebels so weit hebt, dass

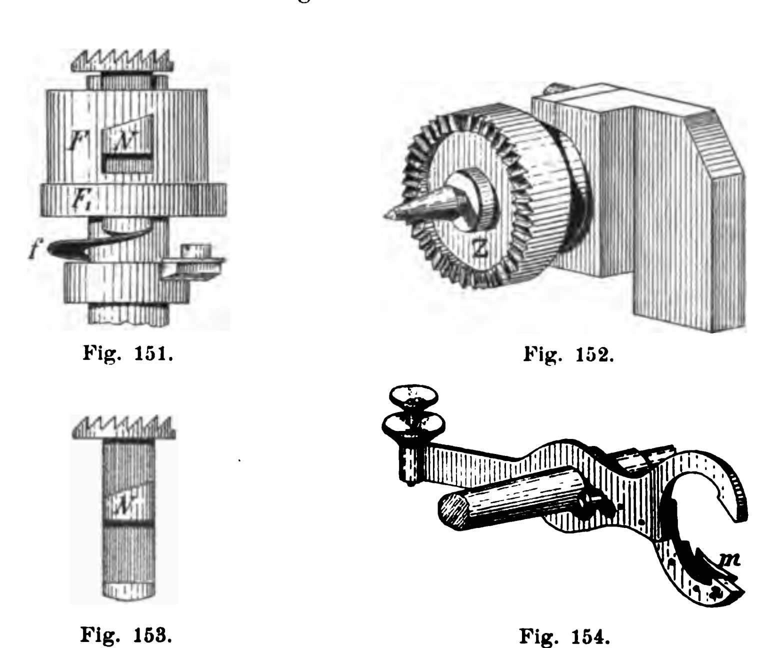


Fig. 151. Fig. 152.

Fig. 153. Fig. 154.

sich das Keilstück wieder in die Bahn des Riegelzapfens legt. Dies hat zur Folge, dass der Zapfen kurz vor Beendigung seines Umlaufs an der Vorderfläche des Keilstücks hingleiten muss. Hierbei wirkt das Keilstück *m* wie eine schiefe Ebene; es schiebt den Zapfen und damit auch den Riegel nach vorn und bewirkt so die Entkuppelung.

Kuppelung älterer Art. — Der rechtsseitige Arm des Auslösehebels trägt einen Ansatz, welcher mit seiner unteren Fläche bei jeder Umdrehung der Druckachse auf der Aussenseite eines auf dieser Achse sitzenden sichelförmigen Excenters gleitet. Die obere und rechte Seite des Ansatzes ist so abgerundet, dass der Ansatz eines an der Druckachse angebrachten Querstücks (von ähnlicher Form wie F_2 und F in Fig. 146) auf ihm hingleiten und sich gegen einen Vorsprung legen kann. An dem oberen Arme des Querstücks ist eine Sperrklinke mit einem scharfkantigen Ansatz auf einen Zapfen drehbar aufgesetzt; an dem unteren Arme ist eine auf den Rücken der Sperrklinke drückende gebogene Blattfeder angeschraubt. Die mit schrägen Zähnen ver-

sehene Sperrklinke berührt das unter ihr auf der Schwungradachse befestigte Sperrrad für gewöhnlich nicht. Wenn jedoch das rechtsseitige Ende des Auslösehebels sich infolge Abschnellens des Elektromagnetankers senkt, so wird der an seinem Vorsprunge liegende Ansatz des Querstücks und damit die Sperrklinke frei gegeben. Unter dem Drucke der gebogenen Blattfeder gleitet dann der Sperrklinkenansatz an der am Lagerwinkel der Schwungradachse angebrachten „schiefen Ebene“ nach links herunter. Die Sperrklinke legt sich in die Zähne des Sperrrads und stellt hierdurch die Kuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse für die Dauer eines Umlaufs her. Gegen das Ende des Umlaufs gleitet der Ansatz der Sperrklinke auf der rechtsseitigen Fläche der schiefen Ebene hinauf, bis er deren Schneide überschritten hat und der Ansatz des Querstücks sich wieder gegen den Vorsprung des Auslösehebels legt; hierdurch wird die Sperrklinke aus den Zähnen des Sperrrads herausgehoben und damit die Entkuppelung bewirkt.

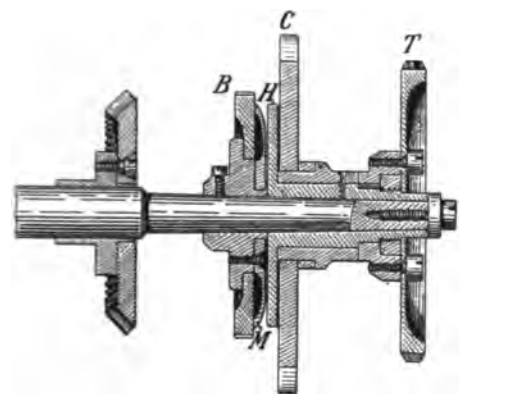



Fig. 155.

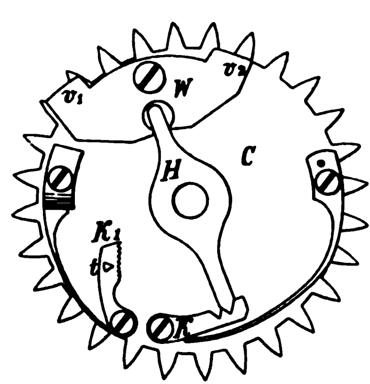


Fig. 156.

Die Typenradachse mit Typenrad u. Zubehör.

c) Die Typenradachse mit Typenrad und Zubehör. Die Typenradachse reicht durch die vordere Apparatwange hindurch und trägt an ihrem vor der Wange liegenden Teile das Friktionsrad *B*, das Korrektionsrad *C* und das Typenrad *T*.

Das Friktionsrad (Fig. 155). — Auf der Typenradachse ist zunächst der Apparatwange eine Messingbuchse befestigt. Auf dieser Buchse sitzt das mit feinen Sperrzähnen versehene Friktionsrad lose auf; es wird jedoch durch eine an der Buchse befestigte federnde Messingscheibe *M* so gegen den überstehenden Rand der Buchse gedrückt, dass es für gewöhnlich der Bewegung der Buchse, d. h. der Typenradachse folgen muss.

An die festgeschraubte Messingbuchse stösst eine auf die Typenradachse leicht drehbar aufgesetzte Stahlbuchse, die an ihrem hinteren Ende einen zweiarmigen Stahlhebel *H* fest aufgelötet trägt, während auf ihr vorderes Ende eine zweite, das Typenrad tragende Stahlbuchse aufgeschoben und mit ihr fest verbunden ist.

Das Korrektionsrad (Fig. 155 u. 156). — Das mit 28 scharfen Zähnen (den 28 Tasten entsprechend) versehene stählerne Korrektionsrad *C* ist mittelst einer Messingbuchse dicht hinter dem zweiarmigen Hebel *H* auf dessen Stahlbuchse drehbar aufgeschoben.

An der dem Hebel zugekehrten Seite des Korrektionsrads ist ein um seine Befestigungsschraube leicht drehbares Stahlstück *W* — der Wechselhebel — angebracht, welcher mit einem ausgerundeten Einschnitt um das eine Ende des zweiarmigen Hebels herumgreift und stets mit einem seiner beiden Vorsprünge v_1 und v_2 eine Zahnlücke des Korrektionsrads bedeckt. Das zugespitzte andere Ende des Hebels liegt in einem der beiden Einschnitte der drehbaren Klinke *K*, welche durch eine stählerne Feder gegen den Hebel gedrückt wird.

An dem Korrektionsrad ist noch eine zweite Klinke K_1 — die Sperrklinke — drehbar befestigt, welche mit ihren feinen, zum Friktionsrade passenden Zähnen durch eine stählerne Feder gegen den Rand des Friktionsrads gedrückt wird.

Da das Friktionsrad an der Bewegung der Typenradachse Teil nimmt, so wird beim Eingreifen der Zähne der Sperrklinke in die Zähne des Friktionsrads das Korrektionsrad und damit auch das Typenrad von dem Friktionsrade mit herumgedreht werden. Wird dagegen die Sperrklinke aus den Zähnen des Friktionsrads herausgehoben, so stehen Korrektionsrad und Typenrad still.

Das Typenrad. — Es besteht aus einer stählernen, kreisförmigen Scheibe; ihr äusserer Rand ist in $2 \cdot 28 = 56$ gleiche Felder geteilt, auf denen die aus 26 lateinischen Buchstaben, 10 Ziffern (0 bis 9), 16 Unterscheidungs- und anderen Zeichen bestehenden Typen erhaben eingeschnitten sind.

Die noch frei bleibenden 2 Doppelfelder sind vertieft, das eine befindet sich zwischen den Typen z und 1, das andere zwischen dem Klammerzeichen (und der Type v; sie dienen zur Trennung der einzelnen Wörter und Zahlengruppen. Die Typen selbst sind so angeordnet, dass die Buchstaben mit den Zahlen und Unterscheidungszeichen abwechseln; auf die Ziffer 1 folgt der Buchstabe a, auf 2 der Buchstabe b u. s. w. Das Typenrad ist an der Stirnfläche der Typenradbuchse so befestigt, dass es nach Lösung der beiden durch bogenförmig erweiterte Löcher greifenden Befestigungsschrauben innerhalb enger Grenzen verschoben werden kann. Gegen den Rand des Typenrads wird durch eine feine Drahtspirale das mit Filzüberzug versehene Farbenrad *O* (Fig. 157) leicht angedrückt, so dass beim Umgange des Typenrads auch das Farbenrad gedreht wird und die Typen stets mit Farbe benetzt werden.

Der Figurenwechsel. — Die aus dem zweiarmigen Hebel *H* (Fig. 156), dem Wechselhebel *W* und der Klinke *K* bestehende Vorrichtung heisst der Figurenwechsel. Er ermöglicht, dass mit denselben Tasten bald ein Buchstabe, bald eine Ziffer etc. gegeben werden kann. Zu dem Zwecke ist es nötig, das Typenrad, dessen Doppelfelder je in der ersten Hälfte Ziffern etc., in der zweiten Hälfte Buchstaben tragen, so gegen das Korrektionsrad verschiebbar zu machen, dass im Augenblicke des Druckes entweder die erste oder die zweite Hälfte jedes Doppelfeldes sich in Druckstellung befindet. Die Entfernung der beiden Einschnitte der Klinke *K* ist daher so gewählt, dass beim Übergange des Hebels *H* aus einem Einschnitt in den andern das mit dem Hebel fest verbundene Typenrad genau um eine Type (also um ein halbes Doppelfeld) vor- oder rückwärts bewegt wird. Der Figurenwechsel wird durch den Korrektionsdaumen der Druckachse in Thätigkeit gesetzt, und zwar dann, wenn am Tastenwerke das Buchstaben- oder das Ziffernweiss niedergedrückt wird. Diesen Tasten entsprechen nämlich die von v_1 und v_2 bedeckten Zahnlücken des Korrektionsrads. Der Korrektions-

daumen greift bei seinem Umgang in die betreffende Lücke ein, drängt den Vorsprung des Wechselhebels zurück, welcher die Zahnlücke verdeckt, und bewirkt hierdurch die Verschiebung des zweiarmigen Hebels und des Typenrads.

Die Einstellvorrichtung.

d) Die Einstellvorrichtung. Sie hat die Aufgabe, das Typenrad anzuhalten und in die Ruhelage zu versetzen, d. h. so zu stellen, dass die zwischen den Typen z und 1 befindliche leere Stelle der Druckwalze gegenübersteht. Das so eingestellte Typenrad kommt erst dann wieder in Bewegung, wenn Strom gegeben wird. Die Einstellvorrichtung muss also die Verkuppelung des Friktionsrads mit dem Korrektions- und dem Typenrad aufheben; dies wird durch einen dreiarmigen Hebel — den Einstellhebel —

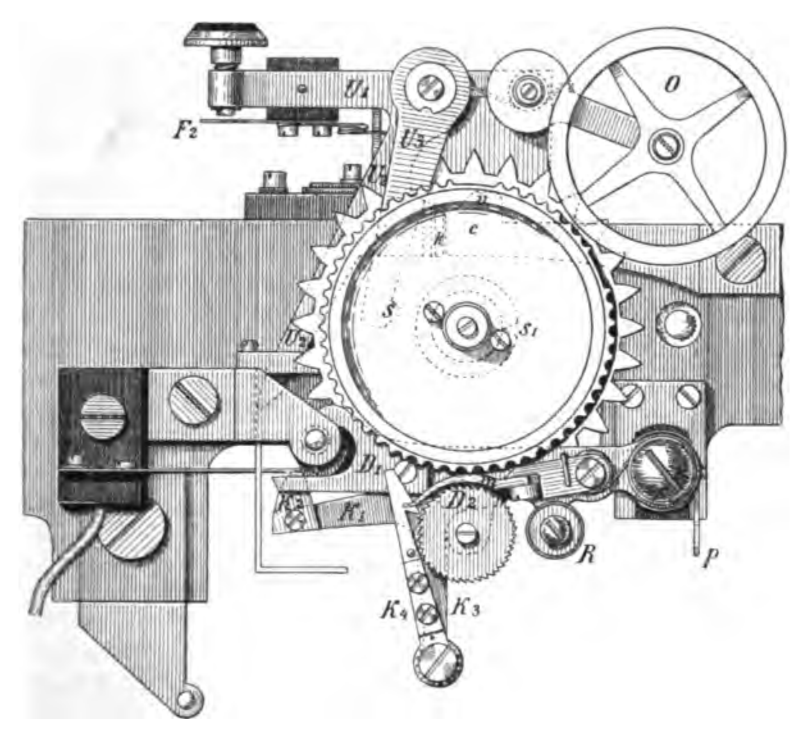


Fig. 157.

bewirkt. Der Einstellhebel (Fig. 157) ist auf eine an der vorderen Apparatwange befestigte Achse aufgeschoben, seine Arme U_1 und U_2 liegen in einer Ebene dicht an der vorderen Apparatwange, der an seinem unteren Ende mit einem seitlichen Zahne *s* versehene Arm U_3 steht dicht vor dem Korrektionsrade. Der Hebelarm U_2 hat an seiner rechten Seite einen schneidenförmigen lotrechten Ansatz, welcher durch eine prismatische Einkerbung den Haken *k* bildet.

Wird der Einstellhebel bei im Gange befindlichem Laufwerke niedergedrückt, so drängt der Haken *k* des Hebelarms U_2 ein an der vorderen Apparatwange mittelst einer Feder befestigtes Stahlstück *c* näher an das Korrektionsrad heran, wobei er in den entsprechend geformten Haken von *c* eingreift und von diesem festgehalten wird. Infolgedessen gleitet ein an der Sperrklinke des Korrektionsrads befindlicher Stift *t* (Fig. 156) auf die oben

gewölbte Kante des Stahlstücks c hinauf und legt sich in die daselbst befindliche Vertiefung v. Hierdurch wird die Sperrklinke aus den Zähnen des Friktionsrads herausgehoben. Zugleich fällt der Zahn s des Hebelarms U_2 in den auf der Korrektionsradbuchse befindlichen Ausschnitt s_1 ein.

Das Korrektionsrad und das Typenrad können alsdann nicht mehr an der Bewegung der Typenradachse teil nehmen.

Wird nun ein Strom gesandt, so erfolgt zunächst die Verkuppelung der Schwungradachse mit der Druckachse; diese dreht sich und der Korrektionsdaumen greift bei seinem Umgang in diejenige Zahnlücke des Korrektionsrads (Fig. 156), an welcher der Vorsprung v_2 des Wechselhebels liegt. Dabei wird das bis dahin stillstehende Korrektionsrad etwas nach rechts herum geschoben, so dass der Zahn s des Einstellhebels aus der Vertiefung der Korrektionsradbuchse herausgedrängt wird und der Hebel unter dem Einfluss einer Feder in seine Ruhelage zurückgeht; damit wird auch der Ansatz von U_2 aus dem Haken des Stahlstücks c gelöst, dieses schnappt zurück und giebt die Sperrklinke des Korrektionsrads frei, worauf sie in die Zähne des Friktionsrads einfällt und die Verkuppelung wieder herstellt.

Die Ausschlussfeder (Fig. 157). — Sie ist als dünne Flachfeder F_2 an der unteren Seite eines am Hebelarm U_1 des Einstellhebels angebrachten Ebonitstücks befestigt. Ein mit Ebonitknopf versehener Stahlstift greift durch diesen Hebelarm hindurch und wird durch eine nach oben drückende Spiralfeder von der Ausschlussfeder ferngehalten.

Letztere steht über einen isoliert an der Apparatwange angebrachten Messingwinkel mit der Leitungsklemme des Apparats in Verbindung. Beim Niederdrücken des Knopfes wird die Leitung über die Ausschlussfeder und den Körper des Apparats unter Ausschluss der Magnetrollen mit der Erde verbunden und damit eine Auslösung der Druckachse verhindert (vgl. Fig. 160 u. 161). Die Vorrichtung wird beim Regulieren des Synchronismus benutzt.

Die Vorrichtung zum Heben u. Bewegen des Papierstreifens.

e) Die Vorrichtung zum Heben und Bewegen des Papierstreifens (Fig. 157). Heben des Papierstreifens. — Hierzu dient ein die Druckachse mit seinem gabelförmigen Ende umfassender Hebel D_1 — der Druckhebel —, welcher an der vorderen Apparatwange um eine Achse leicht drehbar befestigt ist. Der obere Teil der Druckhebelgabel ist nach der Innenseite zu mit einer scharfen, auf der Druckachse ruhenden Nase versehen. Auf einen Ansatz des Druckhebels ist die Druckrolle D_2 leicht drehbar aufgesetzt. Sie ist an ihrer hinteren Seite mit einem Sperrrad ausgerüstet; im vorderen, genau dem Typenrade gegenüberstehenden Teile umschliesst sie ein von zwei scharf gezähnten Stahlscheiben begrenzter Guttaperchaɾing. Gegen die Stahlscheiben wird durch eine Stahlspirale der gabelförmig ausgeschnittene Messingsattel m derart angepresst, dass zwischen den beiden Sattelzinken der Guttaperchaɾing frei bleibt. Rechts von der Druckrolle befindet sich mit ihrer Achse leicht drehbar an einem Ansatze des Druckhebels befestigt eine kleine Rolle R — die Leitrolle — zur Führung des Papierstreifens — und noch weiter rechts an der Druckhebelbuchse das flache Messingstück P. Durch den viereckigen Ausschnitt dieses Messingstücks wird der von der Papierrolle, welche am oberen rechten Ende der vorderen Apparatwange befestigt ist, ablaufende und über eine als Träger dienende Blattfeder geführte Papierstreifen hindurchgesteckt, bevor er unter

die Leitrolle und zwischen die Druckrolle und den Messingsattel gelegt wird. Nach dem Verlassen der Druckrolle läuft der Papierstreifen über einen parallel zur vorderen Apparatwange stehenden, nach links abwärts geneigten Messingstreifen — die Papierbrücke.

Das Fortrücken des Papierstreifens. — Nach dem Abdruck eines Zeichens muss der Papierstreifen jedesmal so weit fortgeschoben werden, dass die abgedruckten Zeichen in angemessenem Abstande voneinander erscheinen. Hierzu dient das nierenförmige Stück der Druckachse und ein um die Achse des Druckhebels drehbarer Hebel K_1 — der Papierführungshebel —, welcher an seinem freien Ende das Ansatzstück K_2 und etwa in der Mitte den senkrecht nach unten stehenden Arm K_3 trägt. An dem unteren Ende von K_3' ist das hakenförmige, mit einer Spiralfeder versehene, in das Sperrrad der Druckrolle eingreifende Stück K_4 befestigt. Durch eine an der Apparatwange verstellbar angebrachte Feder wird der Papierführungshebel mit seinem Ansatze K_2 gegen das nierenförmige Stück der Druckachse angepresst; seine Bewegung nach unten wird durch einen Fangwinkel begrenzt.

Sobald die Druckachse durch die Schwungradachse in Bewegung gesetzt und damit der flache Teil des nierenförmigen Stückes dem Ansatze K_2 gegenüber gebracht wird, gleitet die abgerundete Spitze des Ansatzes infolge des Druckes der erwähnten Feder nach oben. Hierdurch wird der Papierführungshebel mit der Klinke K_4 etwas gehoben, und letztere gleitet über einen Zahn des Sperrrads an der Druckrolle hinweg. Im weiteren Verlaufe des Umganges der Druckachse drückt der spitzere Teil ihres nierenförmigen Stückes das Ansatzstück K_2 und damit den Hebel K_1 und den Klinkenhaken K_4 nach unten; letzterer dreht die Druckrolle und zieht so den Papierstreifen um das erforderliche Stück nach links hin. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Umlaufe der Druckachse.

Zusammenfassung der Vorgänge beim Abdrucke der Zeichen.

Zusammenfassung der Vorgänge beim Abdrucke der Zeichen. Sobald ein die Magnetrollen durchlaufender Strom den Magnetismus der Kerne schwächt, so dass der Anker gegen den Auslösehebel geschnellt und die Schwungradachse mit der Druckachse verkuppelt wird, bewirken die vor dem Apparatgestelle liegenden Apparatteile den Druck eines Zeichens in folgender Weise:

Der Druckdaumen trifft bei seinem Umgange nach links herum gegen die scharfe Schneide der Druckhebelnase, hebt den Druckhebel mit der daran befestigten Druckrolle in die Höhe und stösst die Rolle mit dem Papierstreifen auf einen Augenblick gegen das Typenrad. Das dem Papiere gegenüber befindliche Zeichen wird abgedruckt. Nachdem der Druckdaumen den Druckhebel wieder fallen gelassen hat, tritt der Papierführungshebel in Thätigkeit, schiebt den Papierstreifen mit dem abgedruckten Zeichen nach links und bringt leeres Papier für den Abdruck des nächsten Zeichens unter die tiefste Stelle des Typenrads.

Wie die Druckachse nach vollendetem Drucke in die Ruhelage zurückgeführt und von der Schwungradachse entkuppelt wird, ist bereits angegeben worden.

4. Die beim Geben wirkenden Apparatteile.

Das Tastenwerk.

Das Tastenwerk. An der vorderen Längsseite der Tischplatte des Hughesapparats sind in einem Ausschnitte 28 Tasten wie bei einem Klavier

in zwei Reihen angebracht. Die 14 Tasten der oberen Reihe sind schwarz, die der unteren weiss. Die erste und die sechste Taste der unteren Reihe sind leer, die übrigen tragen von der ersten schwarzen Taste links anfangend in natürlicher Folge die Buchstaben und Ziffern. Die erste leere Taste — das Buchstabenweiss — dient dazu, das Typenrad, nachdem es Ziffern gedruckt hat, zum Drucke der Buchstaben umzustellen; die andere leere Taste — das Ziffernweiss — stellt das Typenrad, wenn es Buchstaben gedruckt hat, zum Drucke der Zahlen und sonstigen Zeichen um. Ausserdem werden durch Niederdrücken der leeren Tasten die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wörtern oder Zahlengruppen auf dem Papierstreifen hergestellt.

Jede Taste trägt an ihrer unteren Seite, nahe dem vorderen Ende, eine mit weitem Ausschnitte versehene Eisenschraube, in dem ein eiserner, zweiarmiger Tastenhebel liegt. Die Drehachsen der Tastenhebel sind an einer unter die Tischplatte geschraubten Gusseisenplatte befestigt. Die hinteren Hebelenden T (Fig. 158) greifen in die Ausschnitte des unteren Randes der durch die Gusseisenplatte nach unten hindurch reichenden Stiftbüchse.

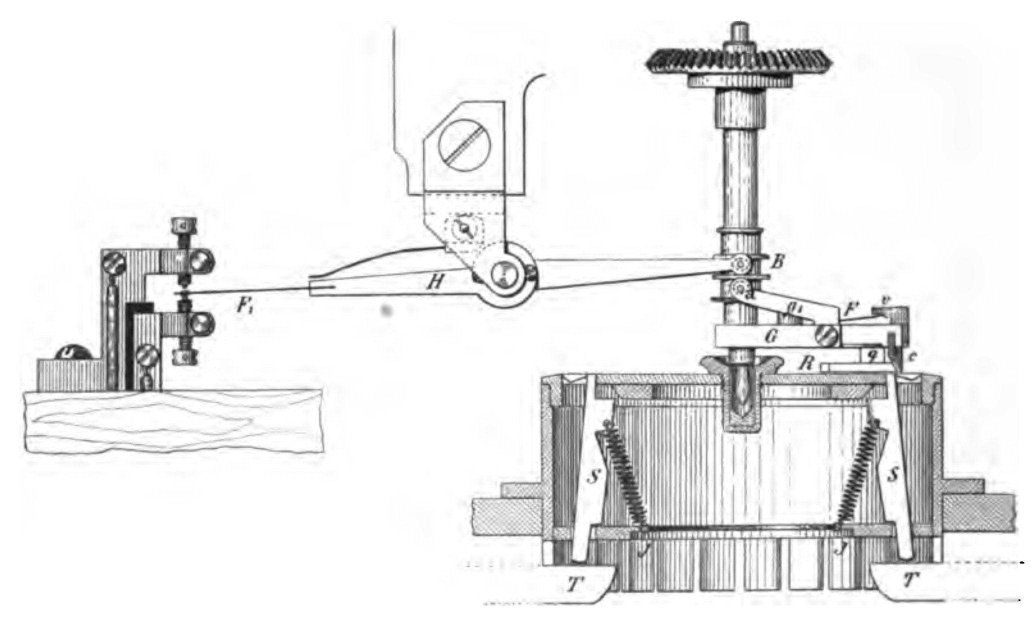


Fig. 158.

Die Stiftbüchse.

Die Stiftbüchse (Fig. 158) ist in einen kreisförmigen Ausschnitt des Apparattisches eingelassen und ragt mit ihrer Deckplatte etwas über die obere Tischfläche hervor. Mit ihrem vorspringenden Rande ist sie an der Gusseisenplatte festgeschraubt. Der Deckel der Stiftbüchse ist nahe seinem Rande mit 28 im Kreise liegenden, länglichen Löchern und in seiner Mitte mit einer kreisförmigen Öffnung für das untere Lager der Schlittenachse versehen.

Die Kontaktstifte. — Es sind stählerne Stifte S, welche in der Ruhelage mit ihren oberen hakenförmigen Enden in den länglichen Öffnungen des Stiftbüchsendeckels liegen, ohne über den Deckel hervorzuragen, und die mit ihren unteren Enden durch die Öffnungen des Ringes J der Stiftbüchse so weit hindurchreichen, dass sie die Tastenhebel T berühren.

Wird eine Taste und damit der zugehörige Tastenhebel niedergedrückt, so geht das hintere Hebelende in die Höhe und schiebt seinen Kontaktstift aufwärts, so dass dessen oberes hakenförmiges Ende in schräger Richtung aus der Öffnung des Stiftbüchsendeckels hervortritt. Nach dem Loslassen der Taste wird der Kontaktstift durch eine Spiralfeder wieder in seine Ruhelage zurückgezogen; damit kehren auch Tastenhebel und Taste in die Ruhelage zurück.

Der Kontaktschlitten und die Kontaktvorrichtung.

Der Kontaktschlitten. — Auf die das konische Zahnrad tragende senkrechte Achse des Schlittens (Fig. 158) ist eine bei den neueren Apparaten mit drei, bei den älteren mit zwei hervorragenden Rändern versehene Stahlhülse B lose aufgeschoben; dagegen ist das gabelförmig mit zwei Ausschnitten versehene Messingstück G — der Körper des Schlittens — mit der Schlittenachse fest verbunden. Der zwischen den beiden Ausschnitten hervorragende längere Arm des Schlittenkörpers trägt an seiner unteren Seite ein Messingstück q, an welchem der stählerne Stösser R befestigt ist, der dicht über den Kontaktstiften schwebt und dazu dient, jeden durch Tastendruck gehobenen Kontaktstift nach dem Rande des Büchsendeckels zu stossen, um ein zu frühes Zurückgleiten des Stiftes zu verhindern.

Zwischen den beiden äusseren Armen des Schlittenkörpers G ist das einen zweiarmigen Hebel bildende Messingstück g_1 drehbar eingelagert; der rechte Arm von g_1 liegt für gewöhnlich auf dem Träger q des Stössers auf. An seiner unteren Seite ist ein an einem Ende abgeschrägter gebogener Stahlstreifen c — die Lippe — fest eingesetzt, auf seiner oberen Seite dagegen ein kleiner Messingwinkel v aufgeschraubt. Gegen letzteren legt sich von unten her die auf dem Schlittenkörper befestigte Blattfeder F. An dem etwas höher liegenden linken Arme des Lippenhebels g_1 ist seitlich ein abgeflachter Stahlstift a eingeschraubt, welcher auf dem unteren Rande der Hülse B ruht und dazu bestimmt ist, bei aufsteigender Bewegung der Lippe die Hülse B nach unten zu ziehen. Die Abwärtsbewegung der Schlittenhülse überträgt sich auf den zweiarmigen Hebel H — den Kontakthebel — mittelst eines unter dem oberen Hülsenrande gleitenden Stahlstifts. Der linke Arm des Kontakthebels trägt eine Blattfeder F_1 — die Batteriekontaktfeder —, welche zwischen zwei Kontaktschrauben spielt.

Kontaktvorrichtungen mit elektrischer und mit mechanischer Auslösung der Druckachse.

Kontaktvorrichtung mit elektrischer Auslösung der Druckachse (Fig. 158). — Die Batteriekontaktfeder ist mit dem Kontakthebel metallisch verbunden. Eine zweite, an dem Lagerstücke für die Achse des Kontakthebels angebrachte Blattfeder legt sich mit ihrem freien Ende auf den linkseitigen Arm des Hebels und hält diesen und damit auch die Lippe, unter Überwindung der Kraft der Feder F, in der Ruhelage. Wird an einem in Bewegung gesetzten Apparat eine Taste gedrückt und dadurch der zugehörige Kontaktstift gehoben, so gleitet die Lippe, nachdem der Stösser den Kontaktstift gegen den äusseren Rand der Stiftbüchse geschoben hat, mit ihrem abgeschrägten Ende auf den Kopf des Stiftes hinauf. Hierdurch wird der rechte Arm des Lippenhebels gehoben, der linke senkt sich und zieht die Schlittenhülse und den rechten Arm des Kontakthebels nach unten, der linke Arm des Kontakthebels geht nach oben und legt die Batteriekontaktfeder gegen die obere Kontaktschraube, welche mit der Batterie verbunden ist. Letztere sendet einen Strom über die obere Kontaktschraube, die Feder F_1, den Kontakthebel, den Körper des Apparats und durch die Elektromagnetrollen in die Leitung zum Apparate des Empfangsamts, wo der Strom durch

die Magnetrollen, über den Apparatkörper, den Kontakthebel nebst Feder und die untere Kontaktschraube seinen Weg zur Erde findet. Bei richtiger Einstellung aller Teile werden die Anker beider Apparate durch die Einwirkung des Stromes gleichzeitig emporschnellen; die Verkuppelung der Druckachsen mit den Schwungradachsen findet ebenfalls gleichzeitig statt und die Druckvorrichtungen beider Apparate drucken auf den Papierstreifen dasselbe Zeichen ab. Sobald die Lippe über den Kontaktstift hinweggelaufen ist, werden Kontakthebel und Lippenhebel durch die auf ersteren drückende Blattfeder in die Ruhelage zurückgebracht.

Kontaktvorrichtung mit mechanischer Auslösung der Druckachse (Fig. 159). — Von dieser früher öfter benutzten Einrichtung wird jetzt wieder in den Fällen Gebrauch gemacht, in welchen mehr als zwei Hughesapparate in eine Leitung eingeschaltet sind.

Der linke Arm des Kontakthebels H ist gegen den rechten Arm und die Achse b durch Ebonitzwischenlagen isoliert, steht also mit dem Apparat-

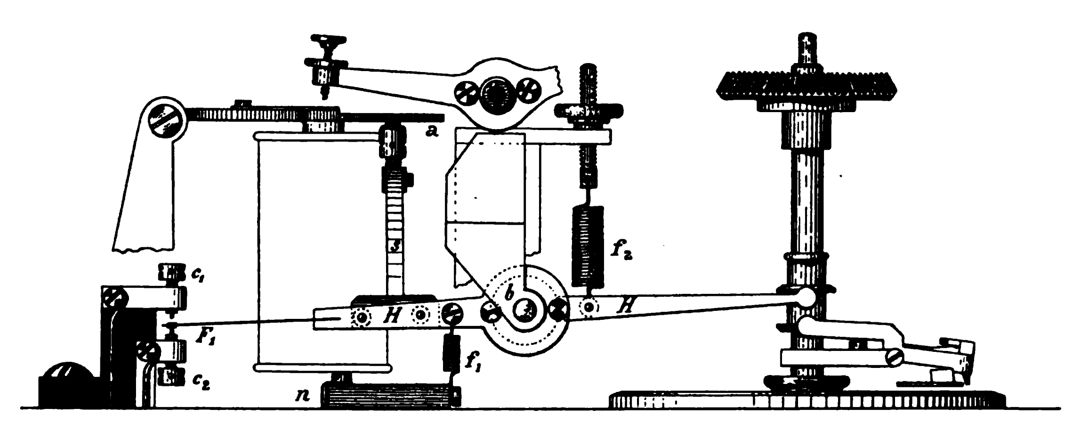


Fig. 159.

körper nicht in Verbindung. Er wird durch die Spiralfeder f_1 abwärts gezogen und zugleich mit der Messingschiene n leitend verbunden, während die regulierbare Feder f_2 den rechten Hebelarm aufwärts zieht. An den linken Hebelarm ist seitlich die gebogene Stange s so angeschraubt, dass sie sich mit dem aus ihr herausragenden Ebonitstifte gegen einen Fortsatz a des Elektromagnetankers legt.

Wird die Schlittenlippe durch einen Kontaktstift gehoben, so wird die Schlittenhülse und damit der rechte Arm des Hebels H abwärts gezogen; der linke Hebelarm geht aufwärts und die Batteriekontaktfeder legt sich gegen die Kontaktschraube c_1. Gleichzeitig stösst die Auslösestange s aufwärts gegen den Ankerfortsatz und bringt den Anker zum Abschnellen. Der Batteriestrom fliesst über die Schraube c_1, die Feder F_1, den linken Arm des Hebels H, die Feder f_1 und die Schiene n in die Leitung, ohne die Elektromagnetrollen des Apparats zu durchlaufen.

b) Die Hülfsapparatteile des Hughessystems.

Der Stromwender.

Der Stromwender. Die Einrichtung des Elektromagnetsystems am Hughesapparate bedingt, dass der durch die Einwirkung des Dauermagnets

in den Kernen erzeugte Magnetismus durch den Telegraphierstrom geschwächt wird. Zu dem Zwecke muss der Strom die Rollen stets in bestimmter Richtung durchfliessen. Damit dies geschehen kann, sowohl wenn der positive als wenn der negative Batteriepol an Leitung liegt, ist eine Vorrichtung nötig, mit der man den Strom nach Belieben entweder am Anfang oder am Ende des Wickelungsdrahts in die Rollen eintreten lassen kann. Hierzu dient der Stromwender (vgl. Fig. 160 u. 161). Er besteht aus einer Messingkurbel, welche zwischen vier Messingklinken drehbar angebracht ist und mit dem freien Ende auf einer Blattfeder schleift. Auf die Kurbelachse ist eine Ebonitscheibe aufgeschoben, welche an ihrem Rande zwei halbkreisförmige, voneinander durch Zwischenräume getrennte Messingstreifen trägt. Die um das eine Ende drehbaren Messingklinken werden durch je eine Spiralfeder gegen die Messingstreifen der Kurbelachse gedrückt. Bei jeder der beiden äussersten, durch die Enden der Blattfeder bezeichneten Kurbelstellungen werden je zwei nebeneinander liegende Klinken durch einen Messingstreifen der Kurbelachse miteinander verbunden, und zwar entweder Klinke 1 mit 3 und 2 mit 4, oder 1 mit 4 und 2 mit 3. Ein aus der Leitung bei 2 eintretender Strom wird einmal die Elektromagnetrollen in der Richtung 2—4 — Rollenanfang — Rollenende — 3—1, das andere Mal in der entgegengesetzten Richtung 2—3 — Rollenende — Rollenanfang — 4—1 durchlaufen. Die Kurbel ist nach der Rückseite des Apparats zu drehen, wenn die Batterie des gebenden Amtes mit dem positiven Pole an Leitung liegt. Ein Umlegen der Kurbel nach der Vorderseite des Apparats hat stattzufinden, sobald das gebende Amt die Batterie mit dem negativen Pole an Leitung legt. Bei Verwendung von Apparaten mit elektrischer Auslösung müssen die Batterien der beiden Ämter mit ungleichnamigen Polen an der Leitung liegen; für Apparate mit mechanischer Auslösung ist dies nicht erforderlich.

Der Apparatausschalter.

Der Apparatausschalter (vgl. Fig. 160 u. 161). Er besteht aus einer Kurbel *X* und den beiden Messingstücken *I* und *II*. Durch Hinaufschieben der Kurbel auf das Messingstück *I* wird der Apparat in die Leitung eingeschaltet. Steht die Kurbel auf dem isolierten Messingstücke *II*, so ist der Apparat von der Leitung getrennt.

c) Betrieb der Hughesapparate.

Das Zusammenwirken zweier Hughesapparate.

Das Zusammenwirken zweier Hughesapparate. Bei zwei zum Betriebe verbundenen Hughesapparaten muss in der Bewegung der gleichartigen Teile vollständige Übereinstimmung herrschen. Damit auf dem Empfangsamte das dem Tastendrucke des gebenden Amtes entsprechende Zeichen zum Abdrucke kommt, müssen nicht nur beide Typenräder mit derselben Geschwindigkeit laufen, sondern es muss auch die Stellung beider Typenräder mit der Stellung des Schlittens auf dem gebenden Amte in Einklang gebracht und erhalten werden.

Regulieren zur Herbeiführung des Synchronismus.

Regulieren zur Herbeiführung des Synchronismus. Die Umlaufsgeschwindigkeit des Schlittens und des Typenrads wird für gewöhnlich in den Grenzen von 100 bis 130 Umdrehungen in der Minute gehalten. Dabei wird für Kabelleitungen meist eine langsamere, für oberirdische Leitungen eine schnellere Gangart gewählt. Das zweite Amt regelt seine Lauf-

geschwindigkeit nach der des ersten. Zu dem Zwecke drückt dieses eine Zeitlang bei jedem Umgange des Schlittens irgend eine, aber stets dieselbe Taste. Das regulierende Amt verschiebt die Schwungkugeln so lange, bis auf seinem Apparate stets dasselbe Zeichen erscheint. Erscheinen die Zeichen in der Reihenfolge des Alphabets, z. B. *a*, *b*, *c* u. s. w. — vorliegende Zeichen —, so läuft der eigene Apparat schneller als der gebende; die Laufgeschwindigkeit ist daher zu verringern. Erscheinen dagegen die Zeichen in umgekehrter Reihenfolge — rückliegende Zeichen —, so läuft der eigene Apparat zu langsam.

Es genügt nicht, dass der Apparat bei jedem Umlaufe dasselbe Zeichen druckt; das gleiche Zeichen muss auch dann noch erscheinen, nachdem während 10 bis 20 Schlittenumläufen die Elektromagnetrollen mittelst der Ausschlussfeder am Einstellhebel ausgeschaltet waren und infolgedessen die Druckvorrichtung so lange ausser Thätigkeit gewesen ist. Giebt der Apparat nach Wiedereinschaltung der Rollen ein anderes Zeichen wieder, so muss der Synchronismus noch genauer reguliert werden.

Einstellung der elektromagnetischen Teile.

Einstellung der elektromagnetischen Teile. Nach Herstellung des Synchronismus beider Apparate wird zur Einstellung der Elektromagnete erst von dem einen und dann von dem anderen Amte die Zeichengruppe □*int* so oft als nötig gegeben. Der Schwächungsanker wird auf dem Empfangsamte zunächst so weit vor den Elektromagnet geschoben, dass der Anker nicht mehr festgehalten wird und das sog. Fortlaufen des Apparats eintritt. Hierauf wird der Schwächungsanker langsam so weit zurückgenommen, bis der Anker von den Polschuhen wieder festgehalten wird und gleiche Buchstaben- und Zahlengruppen zum Abdrucke kommen. Die veränderliche Ankerfeder ist in gleicher Weise zunächst so stark anzuspannen, dass der Anker abfällt, und dann so weit nachzulassen, bis der Anker wieder von den Polschuhen festgehalten wird.

Einstellung der Typenräder.

Einstellung der Typenräder. Nach erlangtem Synchronismus und erfolgter Regulierung der elektromagnetischen Teile werden die Typenräder durch Niederdrücken des Einstellhebels eingestellt, d. h. auf die bereits beschriebene Weise zum Stillstande gebracht. Die Korrespondenz wird dann von dem gebenden Amte mit dem Niederdrücken der Buchstabenweisstaste eingeleitet. Dadurch werden beide Typenräder gleichzeitig in Gang gesetzt und ihre Stellung mit der des Schlittens im gebenden Apparat in Übereinstimmung gebracht. Da die Bewegung der Typenräder und des gebenden Kontaktschlittens jetzt vollständig gleich ist, so wird auf beiden Ämtern jedesmal das der niedergedrückten Taste entsprechende Zeichen abgedruckt.

Etwaige geringe Abweichungen zwischen dem Laufe der Typenräder und des gebenden Schlittens, namentlich aber die Verzögerungen, welche etwa beim Drucke der Zeichen entstehen, werden durch den Korrektionsdaumen auf folgende Weise ausgeglichen. Beim Umgange der Druckachse bewegt sich der Korrektionsdaumen, wenn das Typenrad richtig steht, frei durch die entsprechende Zahnlücke des Korrektionsrads, ohne einen der beiden benachbarten Zähne zu berühren. Ist das Typenrad aber in seinem Laufe etwas gegen den Kontaktschlitten vorgerückt oder zurückgeblieben, so trifft der Korrektionsdaumen gegen die Flanke eines Zahnes des Korrektionsrads und drückt das Korrektionsrad, und damit auch das Typenrad, etwas nach rückwärts oder vorwärts in die richtige Lage. Je mehr Zeichen während eines Schlittenumganges abgedruckt werden, desto öfter übt der

Korrektionsdaumen seine ausgleichende Wirkung aus und desto vollkommener wird während der Arbeit der Synchronismus aufrecht erhalten.

Leistungsfähigkeit.

Leistungsfähigkeit. Da die Druckachse sich siebenmal schneller als die Typenradachse bewegt, so hat der Schlitten erst $\frac{28}{7} = 4$ Kontaktstifte passiert, wenn die Druckachse eine ganze Umdrehung vollendet hat. Es könnte also stets die vierte Type zum Abdrucke gelangen. Zur sicheren Verkuppelung und Entkuppelung der Druckachse und Schwungradachse ist aber ausserdem eine gewisse, wenn auch nur geringe Zeit erforderlich; es darf daher immer erst die fünfte Taste gedrückt werden, wenn der Mechanismus sicher wirken soll.

Stromdauer

Stromdauer. Die Batterie steht so lange mit der Leitung in Verbindung, als die Lippe des Schlittens mit dem Kopfe eines durch den Tastendruck aus seiner Öffnung hervortretenden Stiftes in Berührung bleibt. Bedeckt die Lippe z. B. zwei Zwischenräume und macht der Schlitten 100 Umläufe in einer Minute, so beträgt die Stromdauer $\frac{2}{28 \cdot 100}$ Minuten oder rund $\frac{1}{23}$ Sekunde.

Das Auseinandernehmen des Hughesapparats.

Das Auseinandernehmen des Hughesapparats. Ausser der gewöhnlichen täglichen Reinigung der Räder, Triebe und aller erreichbaren Teile von verdicktem Öle und Staube müssen mindestens einmal wöchentlich der Kontaktschlitten, die Druckachse, das Typenrad mit dem Korrektionsrade sowie die Druckvorrichtung abgenommen und gründlich gereinigt werden. Nach vollständigem Ablaufen des Triebwerkes oder nach Abnahme des Antriebgewichts werden die einzelnen Apparatteile in folgender Reihenfolge abgenommen: Messingwinkel für das Druckachsenlager an der vorderen Apparatwange — Ebonitwinkel mit der isolierten Feder — Druck- und Papierführungshebel; hierbei ist das Typenrad so zu drehen, dass eine der Lücken, welche das Buchstaben- und Zahlenweiss darstellen, sich über der Druckrolle befindet — Typen- und Korrektionsrad zusammen; die Druckachse ist dabei so zu drehen, dass das nierenförmige Stück das Korrektionsrad nicht hemmt, — Druckachse — Brems- und Reguliervorrichtung, — Schwungradachse mit Schwungrad.

Unabhängig von anderen Apparatteilen können abgenommen werden: die Brems- und Reguliervorrichtung, der Kontaktschlitten, der Einstellhebel, der Kontakthebel, der Auslösehebel, das Tastenwerk und die Stiftbüchse, das Elektromagnetsystem, das Farberad, der Stromwender, die Aufzugsvorrichtung.

Wird eine Zerlegung des Laufwerkes notwendig, so muss die vordere Apparatwange nach Abschrauben und Herunterziehen des Friktionsrads von der Achse abgenommen werden. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Zapfen der Achsen nicht auch aus der hinteren Apparatwange herausgezogen werden.

Die am häufigsten vorkommenden Fehler des Hughesapparats und ihre Ursachen.

1. Das Laufwerk bleibt plötzlich stehen: Der Korrektionsdaumen oder die Zähne des Korrektionsrads oder beide Teile sind abgenutzt.

geschwindigkeit nach der des ersten. Zu dem Zwecke drückt dieses eine Zeitlang bei jedem Umgange des Schlittens irgend eine, aber stets dieselbe Taste. Das regulierende Amt verschiebt die Schwungkugeln so lange, bis auf seinem Apparate stets dasselbe Zeichen erscheint. Erscheinen die Zeichen in der Reihenfolge des Alphabets, z. B. *a, b, c* u. s. w. — vorliegende Zeichen —, so läuft der eigene Apparat schneller als der gebende; die Laufgeschwindigkeit ist daher zu verringern. Erscheinen dagegen die Zeichen in umgekehrter Reihenfolge — rückliegende Zeichen —, so läuft der eigene Apparat zu langsam.

Es genügt nicht, dass der Apparat bei jedem Umlaufe dasselbe Zeichen druckt; das gleiche Zeichen muss auch dann noch erscheinen, nachdem während 10 bis 20 Schlittenumläufen die Elektromagnetrollen mittelst der Ausschlussfeder am Einstellhebel ausgeschaltet waren und infolgedessen die Druckvorrichtung so lange ausser Thätigkeit gewesen ist. Giebt der Apparat nach Wiedereinschaltung der Rollen ein anderes Zeichen wieder, so muss der Synchronismus noch genauer reguliert werden.

Einstellung der elektromagnetischen Teile.

Einstellung der elektromagnetischen Teile. Nach Herstellung des Synchronismus beider Apparate wird zur Einstellung der Elektromagnete erst von dem einen und dann von dem anderen Amte die Zeichengruppe □*int* so oft als nötig gegeben. Der Schwächungsanker wird auf dem Empfangsamte zunächst so weit vor den Elektromagnet geschoben, dass der Anker nicht mehr festgehalten wird und das sog. Fortlaufen des Apparats eintritt. Hierauf wird der Schwächungsanker langsam so weit zurückgenommen, bis der Anker von den Polschuhen wieder festgehalten wird und gleiche Buchstaben- und Zahlengruppen zum Abdrucke kommen. Die veränderliche Ankerfeder ist in gleicher Weise zunächst so stark anzuspannen, dass der Anker abfällt, und dann so weit nachzulassen, bis der Anker wieder von den Polschuhen festgehalten wird.

Einstellung der Typenräder.

Einstellung der Typenräder. Nach erlangtem Synchronismus und erfolgter Regulierung der elektromagnetischen Teile werden die Typenräder durch Niederdrücken des Einstellhebels eingestellt, d. h. auf die bereits beschriebene Weise zum Stillstande gebracht. Die Korrespondenz wird dann von dem gebenden Amte mit dem Niederdrücken der Buchstabenweisstaste eingeleitet. Dadurch werden beide Typenräder gleichzeitig in Gang gesetzt und ihre Stellung mit der des Schlittens im gebenden Apparat in Übereinstimmung gebracht. Da die Bewegung der Typenräder und des gebenden Kontaktschlittens jetzt vollständig gleich ist, so wird auf beiden Ämtern jedesmal das der niedergedrückten Taste entsprechende Zeichen abgedruckt.

Etwaige geringe Abweichungen zwischen dem Laufe der Typenräder und des gebenden Schlittens, namentlich aber die Verzögerungen, welche etwa beim Drucke der Zeichen entstehen, werden durch den Korrektionsdaumen auf folgende Weise ausgeglichen. Beim Umgange der Druckachse bewegt sich der Korrektionsdaumen, wenn das Typenrad richtig steht, frei durch die entsprechende Zahnlücke des Korrektionsrads, ohne einen der beiden benachbarten Zähne zu berühren. Ist das Typenrad aber in seinem Laufe etwas gegen den Kontaktschlitten vorgerückt oder zurückgeblieben, so trifft der Korrektionsdaumen gegen die Flanke eines Zahnes des Korrektionsrads und drückt das Korrektionsrad, und damit auch das Typenrad, etwas nach rückwärts oder vorwärts in die richtige Lage. Je mehr Zeichen während eines Schlittenumganges abgedruckt werden, desto öfter übt der

Korrektionsdaumen seine ausgleichende Wirkung aus und desto vollkommener wird während der Arbeit der Synchronismus aufrecht erhalten.

Leistungsfähigkeit. Da die Druckachse sich siebenmal schneller als die Typenradachse bewegt, so hat der Schlitten erst $\frac{28}{7} = 4$ Kontaktstifte passiert, wenn die Druckachse eine ganze Umdrehung vollendet hat. Es könnte also stets die vierte Type zum Abdrucke gelangen. Zur sicheren Verkuppelung und Entkuppelung der Druckachse und Schwungradachse ist aber ausserdem eine gewisse, wenn auch nur geringe Zeit erforderlich; es darf daher immer erst die fünfte Taste gedrückt werden, wenn der Mechanismus sicher wirken soll.

Leistungsfähigkeit.

Stromdauer. Die Batterie steht so lange mit der Leitung in Verbindung, als die Lippe des Schlittens mit dem Kopfe eines durch den Tastendruck aus seiner Öffnung hervortretenden Stiftes in Berührung bleibt. Bedeckt die Lippe z. B. zwei Zwischenräume und macht der Schlitten 100 Umläufe in einer Minute, so beträgt die Stromdauer $\frac{2}{28 \cdot 100}$ Minuten oder rund $\frac{1}{23}$ Sekunde.

Stromdauer

Das Auseinandernehmen des Hughesapparats. Ausser der gewöhnlichen täglichen Reinigung der Räder, Triebe und aller erreichbaren Teile von verdicktem Öle und Staube müssen mindestens einmal wöchentlich der Kontaktschlitten, die Druckachse, das Typenrad mit dem Korrektionsrade sowie die Druckvorrichtung abgenommen und gründlich gereinigt werden. Nach vollständigem Ablaufen des Triebwerkes oder nach Abnahme des Antriebgewichts werden die einzelnen Apparatteile in folgender Reihenfolge abgenommen: Messingwinkel für das Druckachsenlager an der vorderen Apparatwange — Ebonitwinkel mit der isolierten Feder — Druck- und Papierführungshebel; hierbei ist das Typenrad so zu drehen, dass eine der Lücken, welche das Buchstaben- und Zahlenweiss darstellen, sich über der Druckrolle befindet — Typen- und Korrektionsrad zusammen; die Druckachse ist dabei so zu drehen, dass das nierenförmige Stück das Korrektionsrad nicht hemmt, — Druckachse — Brems- und Reguliervorrichtung, — Schwungradachse mit Schwungrad.

Das Auseinandernehmen des Hughesapparats.

Unabhängig von anderen Apparatteilen können abgenommen werden: die Brems- und Reguliervorrichtung, der Kontaktschlitten, der Einstellhebel, der Kontakthebel, der Auslösehebel, das Tastenwerk und die Stiftbüchse, das Elektromagnetsystem, das Farberad, der Stromwender, die Aufzugsvorrichtung.

Wird eine Zerlegung des Laufwerkes notwendig, so muss die vordere Apparatwange nach Abschrauben und Herunterziehen des Friktionsrads von der Achse abgenommen werden. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Zapfen der Achsen nicht auch aus der hinteren Apparatwange herausgezogen werden.

Die am häufigsten vorkommenden Fehler des Hughesapparats und ihre Ursachen.

1. Das Laufwerk bleibt plötzlich stehen: Der Korrektionsdaumen oder die Zähne des Korrektionsrads oder beide Teile sind abgenutzt.

Der Vorsprung des Wechselhebels, welcher dem Buchstabenweiss entspricht, bedeckt die zugehörige Zahnlücke nicht mehr in ihrer ganzen Breite (falls die Lücke durch mehrmaliges Schärfen der Zähne verbreitert ist). Das Stehenbleiben des Laufwerkes kann hier nur beim Übergange von Zahlen auf Buchstaben stattfinden. — An der oberen Kante eines Kontaktstiftes hat sich infolge ungenügender Härte des Materials ein Einschnitt gebildet, in welchem sich der Stösser festgelaufen hat. — Die schiefe Ebene hat sich verstellt, so dass die Verkuppelungs-Sperrklinke nicht rechtzeitig so weit gehoben wird, dass eine Entkuppelung der Druck- und Schwungradachse eintritt.

2. Der Gang des Laufwerkes ist ungleichmässig, so dass der Ausschlag der Schwungkugeln wechselt. Der Fehler liegt meist in der Reguliervorrichtung: die Pendelstangen üben nach einer bestimmten Seite einen starken seitlichen Zug aus, wodurch die gleichmässige Drehung des Schwungrads beeinträchtigt wird. — Die Federn in den Schwungkugeln wirken nicht kräftig genug, so dass die Kugeln lose und schlotternd auf den Pendelstangen sitzen. — Die Bremsvorrichtung ist fehlerhaft. — Das Schwungrad sitzt zu fest oder zu lose auf seiner Achse.

3. Der Gang des Laufwerkes verlangsamt sich (was sich darin zeigt, dass der Ausschlag der Schwungkugeln kleiner wird): Starke Reibung an einer Apparatachse infolge Mangels an Öl; die Vereinigungsstelle von Druck- und Schwungradachse wird am schnellsten trocken. — Das Schwungrad sitzt zu lose auf seiner Achse. — Die Anschlagschraube des Auslösehebels ist zu tief eingeschraubt, d. h. die Hubhöhe ist zu klein. In diesem Falle kann das Excenter der Druckachse nur mit Mühe unter dem Anschlage des Auslösehebels durchgehen. — Eine der Apparatfedern: erste Ankerfeder, Auslösehebelfeder, Druckrollenfeder u. s. w. ist zu stark gespannt. — Die Reibung des Friktionsrads ist zu gross. — Die Bremse bremst zu stark. — Das gesamte Druckwerk steht zu hoch, so dass die Druckrolle während des Druckes zu kräftig gegen das Typenrad gedrückt wird.

4. Der Apparat läuft nicht an: Die Apparatachsen und die Stellen, an welchen eine fortwährende Reibung stattfindet, sind nicht genügend geölt. — Das an der Feder des Anhaltehebels befestigte Holzklötzchen berührt das Schwungrad auch nach dem Niederlegen des Hebels; die Feder ist zurückzubiegen. — Der Stösser des Schlittens reibt auf der Stiftbüchse, weil die Schlittenachse sich infolge Abnutzung des unteren Zapfens gesenkt hat. — Das Schwungrad hat sich gelockert und reibt an dem Messinggestelle der hinteren Apparatwange.

5. Das Laufwerk lässt sich nicht anhalten: Das Holzklötzchen der Hemmfeder drückt entweder gar nicht oder mit ungenügender Kraft gegen das Schwungrad.

6. Mechanisches Fortlaufen des Apparats: Die Spiralfeder des Auslösehebels ist so lose gespannt, dass sie den Auslösehebel nicht sicher in der Ruhelage zu erhalten vermag. — Der Spielraum zwischen der Anschlagschraube des Auslösehebels und dem Schutzbleche des Ankers ist zu gross, der Anker wird daher durch die Schraube nicht vollständig auf die Polschuhe zurückgeführt. — Der Schwächungsanker ist zu weit vor die Magnetpole geschoben, so dass der Magnet den Anker nicht mehr festhalten kann. — Der Dauermagnet hat zu viel Kraft verloren. — Zwischen Anker und

Papierlage hat sich ein fremder Körper geschoben, oder das Papier ist zu dick oder unsauber. — Die Berührung der isolierten Feder mit dem Korrektionsdaumen dauert zu lange. Sie darf nur so lange dauern, bis der Anker abgeworfen ist; bleibt die Feder mit dem Körper des Apparats in Berührung, so entsteht für den unter dem Einflusse des niedergehenden Ankers auftretenden Induktionsstrom ein geschlossener Stromkreis, welcher so lange ein Fortlaufen des Apparats bewirkt, als die Berührung andauert.

7. Der Apparat löst bei Tastendruck nicht aus: Entweder fliesst durch die Elektromagnetrollen gar kein Strom oder ein Strom von falscher Richtung. — Feste Drahtverbindungen sind unterbrochen. — Die Kontakte im Stromwender, ferner zwischen der Batteriekontaktfeder und ihrer oberen Kontaktschraube sowie zwischen ruhendem Korrektionsdaumen und isolierter Feder sind mangelhaft. — Der Messingstift des Einstellhebelknopfes berührt die Ausschlussfeder. — Die Spiralfeder des Farberadhebels berührt die Ausschlussfeder. — Der Messingwinkel, in welchem die Spiralfeder der Ausschlussfeder ruht, ist in leitende Verbindung mit dem Apparatkörper geraten. — Die Anschlagschraube des Auslösehebels berührt dauernd den Anker. — Der Weckerkontakt ist mit dem Apparatkörper in Verbindung gekommen. — Die mechanische Auslösung wirkt nicht.

8. Der ankommende Strom löst den Apparat nicht aus: Die Richtung des Stromes ist falsch. — Die Verbindung mit der Erde ist mangelhaft; der Fehler liegt meist daran, dass die Batteriekontaktfeder in der Ruhelage nicht sicher auf der unteren Kontaktschraube aufliegt.

9. Elektrisches Fortlaufen des Apparats: Es besteht eine dauernde Verbindung des Apparats mit der eigenen Batterie, meist zwischen Batteriekontaktfeder und oberer Kontaktschraube. — Es sind fremde, dem Linienstrome gleichgerichtete Ströme, z. B. Morseströme in der Leitung; die Leitung ist also mit einer anderen Leitung in Berührung.

10. Der Apparat druckt vorliegende oder rückliegende Zeichen: Der Synchronismus beider Apparate ist während des Arbeitens verloren gegangen. — Die schiefe Ebene ist falsch eingestellt. — Die Zähne des Sperrrads oder der Sperrklinke haben sich abgenutzt, so dass die Verkuppelung verspätet eintritt. — Die Feder der Sperrklinke drückt zu schwach. — Das Schwungrad sitzt zu fest oder zu lose auf seiner Buchse. — Das Friktionsrad ist zu leicht beweglich. — Die Stärke des ankommenden Stromes schwankt infolge unreiner Kontaktstellen im Apparate des gebenden Amtes oder mangelhafter Wirkung des Kontaktschlittens.

11. Es bleiben einzelne Zeichen aus: Einzelne Kontaktstifte des gebenden Apparats sind so stark abgenutzt, dass durch sie die Batteriekontaktfeder nicht mehr bis zu einer genügenden Berührung mit der oberen Kontaktschraube gehoben werden kann.

12. Es erscheinen zu viele Zeichen (Einspringen von Zeichen): Es tritt zeitweise ein mechanisches oder elektrisches Fortlaufen des Apparats ein. — Der Anker liegt zu den Flächen der Polschuhe nicht vollständig parallel. — Die Beweglichkeit eines Kontaktstifts ist so gering geworden, dass er nicht schnell genug in seine Ruhelage zurückkehrt.

13. Unzeitiges Überspringen von Buchstaben auf Zahlen: Die Feder, welche auf die mit zwei Einschnitten versehene Klinke des Figurenwechsels drückt, ist zu schwach. — Der Vorsprung des Wechsel-

hebels, welcher dem Buchstabenweiss entspricht, ist so breit, dass er im niedergedrückten Zustande noch in die Zahnlücke für den Buchstaben *a* hineinragt.

14. Das Typenrad lässt sich nicht einstellen: Das Stahlstück zur Aufnahme des Korrektionsdaumens hat sich auf der Druckachse gelockert. — Der Einschnitt in dem Stahlringe der Korrektionsradbuchse hat sich abgenutzt. — Es hat sich ein Arm des Einstellhebels auf der Achse gelockert.

15. Der Figurenwechsel versagt: Der Korrektionsdaumen hat in die Vorsprünge des Wechselhebels solche Vertiefungen eingeschlagen, dass er den betreffenden Vorsprung nicht weit genug zurückdrückt und dieser wieder hervorkommt, sobald der Daumen die Zahnlücke verlässt. — Der ausgerundete Einschnitt des Wechselhebels hat sich in solchem Maasse abgenutzt, dass der an der Buchse des Typenrads sitzende Stellhebel nur ungenügend verschoben wird.

16. Mangelhafte Druckschrift: Der Filzbezug des Farberads ist schadhaft geworden oder hat sich während längerer Nichtbenutzung verhärtet. — Die Nase des Druckhebels oder der Druckdaumen hat sich durch längere Benutzung so weit abgenutzt, dass die Druckrolle nicht mehr kräftig genug gegen das Typenrad geworfen wird. — Die Feder, welche auf die Klinke des Figurenwechsels drückt, wirkt zu schwach, oder die Einschnitte der Klinke sind ausgenutzt. Der Korrektionsdaumen ist abgenutzt oder in seinem Lager locker geworden. — Der Druckhebel steht zu fest, so dass er nach stattgehabtem Abdrucke sich nicht schnell genug vom Typenrad entfernt. — Der obere oder untere Teil der Typen druckt sich schlecht ab, wenn die Farberolle nur mit einer Seite des Typenradumfanges in Berührung kommt, wenn das Typenrad nicht senkrecht auf seiner Achse steht, oder die Druckrolle eine schiefe Stellung zum Typenrad einnimmt. — Die Typen drucken sich nur von einer Seite ab, wenn das Typenrad gegen das Korrektionsrad verstellt ist, oder wenn der Korrektionsdaumen locker geworden, zu schmal oder zu stumpf ist. — Es werden einzelne Zeichen aufeinander gedruckt, wenn die Papierführung nicht ordnungsmässig wirkt; z. B. kann sich die hakenförmige Klinke des Papierführungshebels abgenutzt haben, oder es können die beiden Federn der Papierführung nicht mehr genügend wirken. — Die Schrift wird zusammengezogen, wenn der Messingsattel der Druckvorrichtung nicht kräftig genug auf die Zähne der beiden Stahlschrauben drückt, oder diese Zähne abgestumpft sind, oder der Papierstreifen sich schwer von der Papierrolle abwickelt.

17. Das eigene Amt erhält gut, das ferne Amt schlecht: Der Schlitten läuft nicht parallel zur Stiftbüchse. — Der Schlitten mit der Lippe steht zu hoch oder die Stiftbüchse zu tief. — Die Batteriekontaktfeder findet schlechten Kontakt an der oberen Kontaktschraube. — Nebenschluss des Batteriestromwegs im Apparate.

18. Das eigene Amt erhält schlecht, das ferne Amt gut: Die Batteriekontaktfeder findet schlechten Kontakt an der unteren Kontaktschraube. — Die isolierte Feder hat dauernde Berührung mit dem Apparatkörper. — Der Anker liegt nicht gleichmässig auf den Polschuhen auf, oder seine Hubhöhe ist zu gross. — Die Feder des Auslösehebels ist zu schwach gespannt. — Die Kuppelung der Druckachse mit der Schwungradachse geht

zu langsam vor sich. — Der Korrektionsdaumen ist abgenutzt. — Das Friktionsrad hat zu viel oder zu wenig Reibung. — Die Kuppelung des Friktionsrads mit dem Korrektionsrad ist zu leicht. — Die Bremse wirkt ungleichmässig.

19. Beide Ämter erhalten schlecht: Mangelhafter Kontakt des Korrektionsdaumens mit der isolierten Feder. — Mangelhafte Wirkung der Brems- und Reguliervorrichtungen. — Lockerwerden des Schwungrads.

d) Die Schaltungen für Telegraphenleitungen zu Hughesbetrieb.

Schaltung für Apparate mit elektrischer Auslösung der Druckachse.

Schaltung für Apparate mit elektrischer Auslösung der Druckachse. Ankommender Strom bei eingeschaltetem Wecker (Fig. 160). Leitung L — Wecker W — Apparatausschalter X — Stromwenderschienen 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwenderschienen 3 und 1 — isolierte Feder J — Korrektionsdaumen C — Körper des Apparats — Kontakthebel H — Batteriekontaktfeder F_1 — untere Kontaktschraube c_2 — Erde. (Der Stromweg durch die Anhaltefeder W_2 ist unterbrochen — Fig. 160 b.)

Der Anker des Elektromagnets wird gegen den Auslösehebel emporgeschnellt und bleibt, weil das Laufwerk noch nicht in Bewegung gesetzt ist, an der Anschlagschraube liegen. Von diesem Augenblick an findet der ankommende Strom vom Apparatausschalter X ab einen näheren Weg, unter Ausschluss der Elektromagnetrollen, über das Ankergestell A — Ankerhebel — Auslösehebel — Körper des Apparats — Kontakthebel — Batteriekontaktfeder zur Erde. Der Wecker spricht also auch bei jedem folgenden Tastendruck an.

Ankommender Strom bei in Gang gesetztem Apparate (Fig. 160 a u. b). Sobald auf dem Empfangsamte der Wecker ertönt, ist der Anhaltehebel niederzulegen; hierdurch wird der Wecker ausgeschaltet und das Laufwerk in Gang gesetzt. Der ankommende Strom fliesst nun aus der Leitung L über die isolierte Anhaltefeder W_2 zum Apparatausschalter X u. s. w. Er fliesst auch jetzt nur während eines sehr kurzen Zeitraums durch die Elektromagnetrollen; sobald der emporgeschnellte Anker die Anschlagschraube des Auslösehebels berührt, nimmt der Strom wieder den vorbeschriebenen kürzeren Weg über das Ankergestell zur Erde.

Abgehender Strom (Fig. 160). Beim Drucke auf eine Taste wird die Lippe des Schlittens gehoben, die Hülse der Schlittenachse und damit der rechte Arm des Kontakthebels gesenkt und die Batteriekontaktfeder gegen die obere Kontaktschraube gelegt. Der Batteriestrom des gebenden Amtes nimmt folgenden Verlauf: Batterieklemme B des Apparats — obere Kontaktschraube c_1 — Batteriekontaktfeder — Kontakthebel — Schlittenachse und Apparatkörper — Korrektionsdaumen C — isolierte Feder — Stromwenderschienen 1 und 3 — Elektromagnetrollen — Stromwenderschienen 4 und 2 — Apparatausschalter — Anhaltefeder W_2 — Klemme L — Leitung. Der eigene Apparat sowie der Apparat auf dem Empfangsamte sprechen an.

Sobald der emporschnellende Anker des gebenden Apparats den Auslösehebel berührt, nimmt der Strom vom Apparatkörper aus einen kürzeren Weg als durch die Elektromagnetrollen, nämlich über Auslösehebel, Anker-

gestell, Ausschalter und Anhaltefeder in die Leitung. Der Strom fliesst also jetzt, wegen erheblicher Verminderung des Widerstandes, in grösserer Stärke in die Leitung. Gleich nach dem Emporschnellen des Ankers wird die Verbindung zwischen dem Korrektionsdaumen und der isolierten Feder infolge Drehung des ersteren unterbrochen, so dass die zuerst kurz geschlossenen Elektromagnetrollen ganz ausgeschaltet sind und in ihnen beim Zurückführen des Ankers kein Induktionsstrom entstehen kann. Der vom Strome geschwächte Magnetismus hat daher Zeit, wieder anzusteigen, und die Leitung entladet sich auf dem kürzesten Wege, sobald die Batteriekontaktfeder wieder die untere Kontaktschraube erreicht.

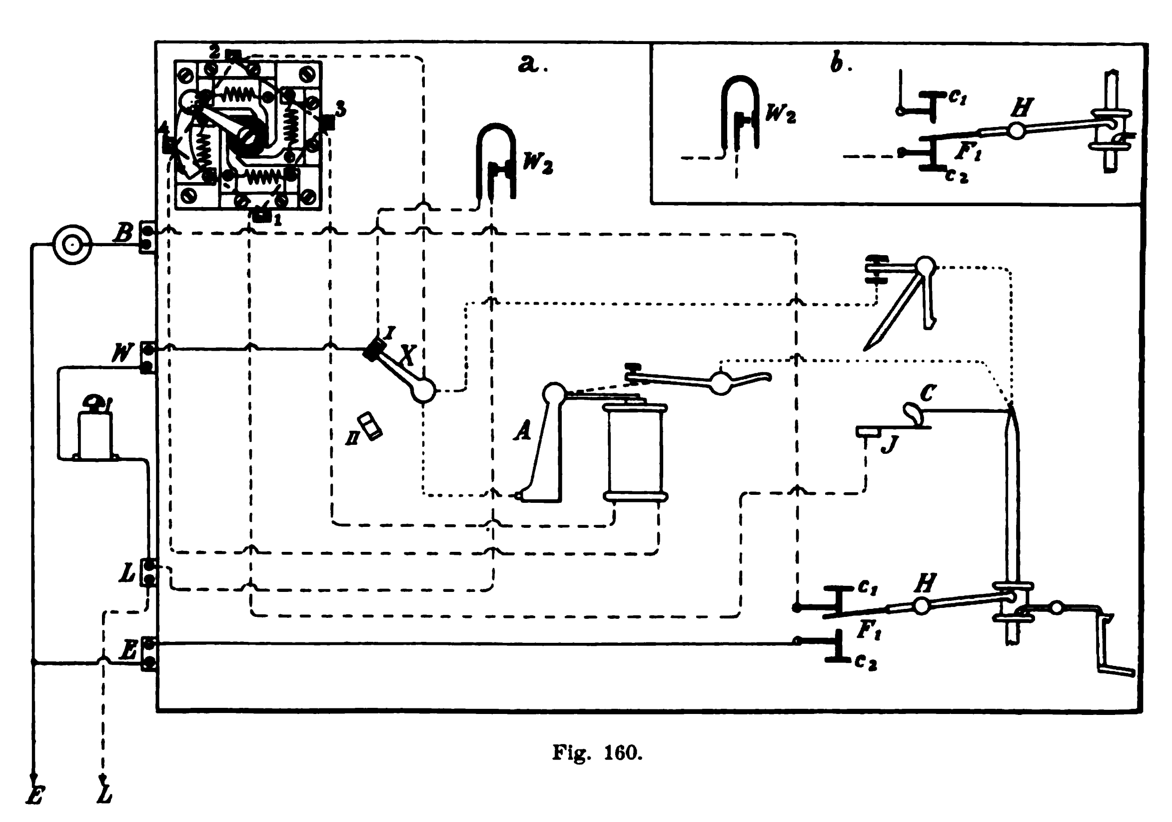


Fig. 160.

Schaltung der Apparate mit mechanischer Auslösung der Druckachse.

S c h a l t u n g d e r A p p a r a t e m i t m e c h a n i s c h e r A u s l ö s u n g d e r D r u c k a c h s e (Fig. 161). A n k o m m e n d e r S t r o m b e i e i n g e s c h a l t e t e m W e c k e r. Leitung L — Wecker — Apparatausschalter X — Batteriekontaktfeder — untere Kontaktschraube — Stromwenderschienen 2 und 4 — Elektromagnetrollen — Stromwenderschienen 3 und 1 — isolierte Feder J — Korrektionsdaumen C — Apparatkörper und Schlittenachse — Erde. Der Wecker spricht an und der Anker schnellt in die Höhe.

A n k o m m e n d e r S t r o m b e i i n G a n g g e s e t z t e m A p p a r a t e. Leitung — Feder W_2 des Anhaltehebels — Ausschalter u. s. w.

A b g e h e n d e r S t r o m. Die Batteriekontaktfeder legt sich gegen den oberen Kontakt; es fliesst dann ein Strom aus der Batterie über die obere Kontaktschraube, die Batteriekontaktfeder, den Ausschalter und die Feder des Anhaltehebels in die Leitung. Zugleich wird durch die Aufwärtsbewegung des Kontakthebels der Anker abgestossen.

Zwischenämter in Hughesleitungen.

Zwischenämter in Hughesleitungen. Damit der Strom vom ersten Augenblick an in grösserer Stärke in die Leitung gelangt, kommen für Zwischenämter Apparate mit mechanischer Auslösung der Druckachse zur Verwendung. Die Schaltung entspricht der durch Fig. 161 veranschaulichten; nur ist die Erdklemme, an welche der eine Batteriepol und der Apparatkörper liegen, von der Erde zu trennen und mit dem zweiten Leitungszweige zu verbinden.

Übertragung in einer Leitung zu Hughesbetrieb.

Übertragung in einer Leitung zu Hughesbetrieb (Fig. 162). Es kommen zumeist deutsche polarisierte Relais grosser Form zur Verwendung, deren Elektromagnetrollen in oberirdischen Leitungen hintereinander,

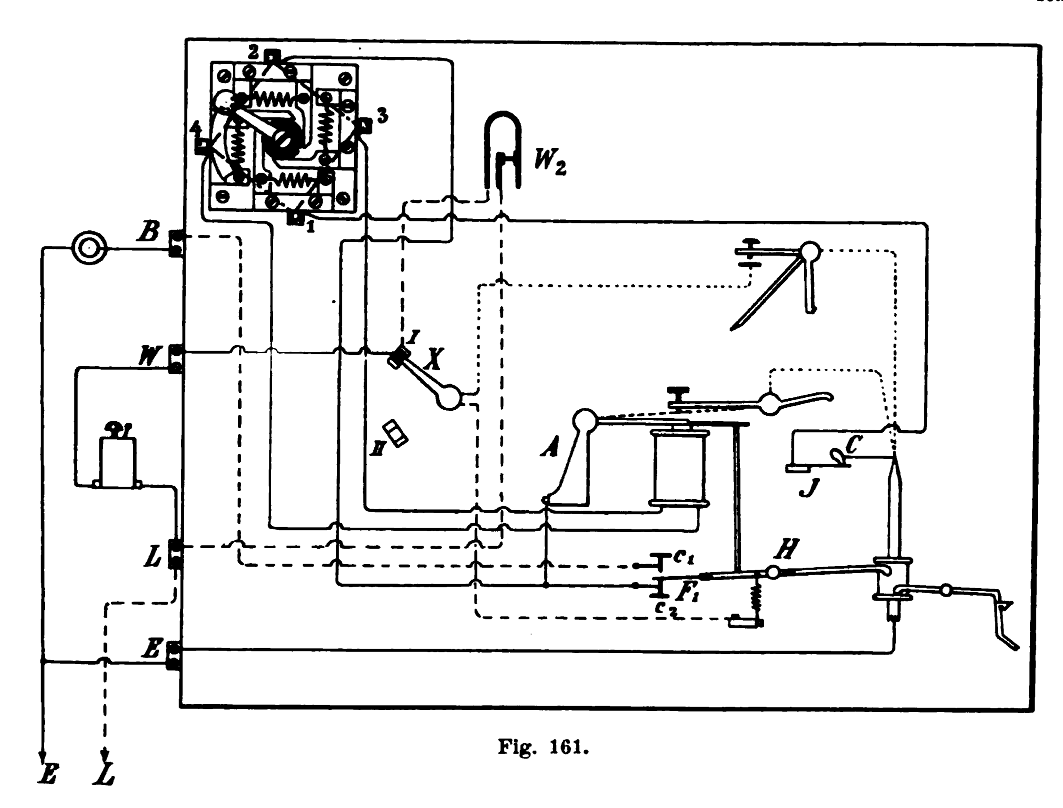


Fig. 161.

in unterirdischen dagegen nebeneinander geschaltet werden. Die Relais sind so einzustellen, dass ihre Anker durch die Wirkung der Telegraphierströme angezogen werden. Die Widerstände w_1 und w_2 sind so zu bemessen, dass sie in oberirdischen Leitungen den $1^1/_2$fachen, in unterirdischen Leitungen aber den $2^1/_2$ bis $3^1/_2$fachen Widerstand derjenigen Leitungszweige besitzen, an welche sie angeschlossen sind.

Stromlauf: Ankommender Kupferstrom in Leitung L_1 — Galvanoskop G_1 — Körper des Relais R_1 — Relaishebel — Ruhekontakt — Elektromagnetrollen des Relais R_2 — Erde.

Der Hebel des Relais R_2 legt sich gegen die Batteriekontaktschraube, und die Übertragungsbatterie $\ddot{U}B$ sendet einen Zinkstrom über den Relaishebel zum Galvanoskop G_2 und weiter in die Leitung L_2. Zugleich findet ein Zweigstrom vom Körper des Relais R_2 aus einen Weg durch den Widerstand w_2 und die Windungen des Relais R_2 zur Erde. Dieser Zweigstrom

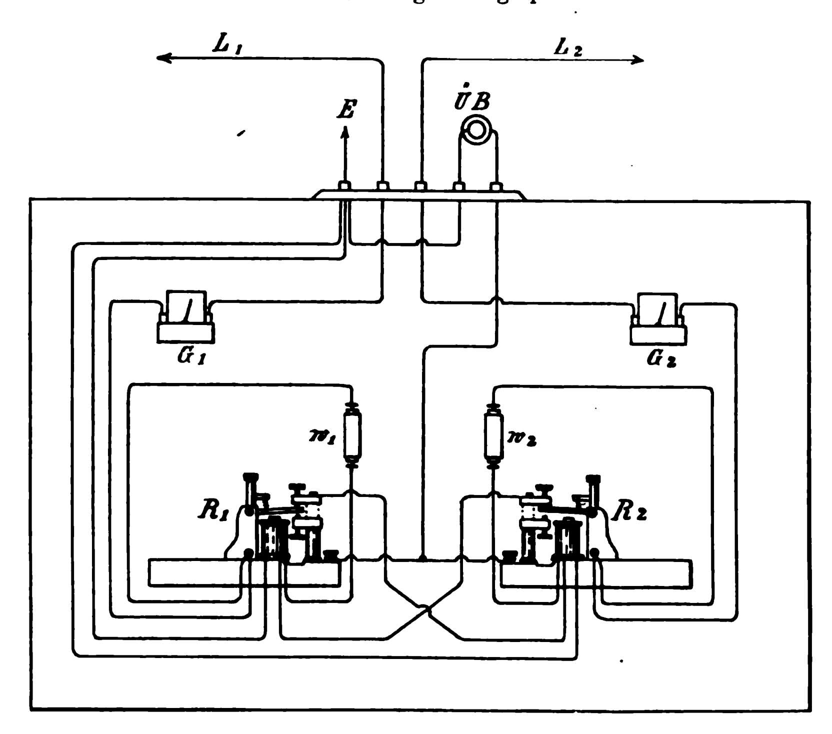


Fig. 162.

ist dem aus der Leitung L_1 ankommenden Strome entgegengesetzt gerichtet und hebt dessen Wirkung auf; der Relaishebel wird daher sofort wieder in seine Ruhelage zurückgeführt und dadurch das Relais zur Übertragung des nächsten Zeichens bereitgestellt.

In gleicher Weise werden die aus der Leitung L_2 kommenden Zeichen mittelst des Relais R_1 und der Übertragungsbatterie in die Leitung L_1 übertragen.

Vorrichtung zum Wecken der Übertragungsämter beim Hughesbetriebe.

Vorrichtung zum Wecken der Übertragungsämter beim Hughesbetriebe. Zum Wecken sind Ströme von längerer Dauer als die der Hughesströme erforderlich. Den Weckruf vermittelt ein besonders konstruiertes Relais (Fig. 163), das nur auf Ströme längerer Dauer, aber nicht auf Hughesströme anspricht. Das Weckrelais schliesst beim Ansprechen einen Ortsstromkreis mit eingeschaltetem Wecker. Es wird in eine der Abzweigungen vom Relaiskörper durch den Widerstand w_1 bez. w_2 (Fig. 162) zur Erde eingeschaltet. Soll jedes Endamt in der Lage sein, das Übertragungsamt zu wecken, so sind in beide Abzweigungen Weckrelais ein-

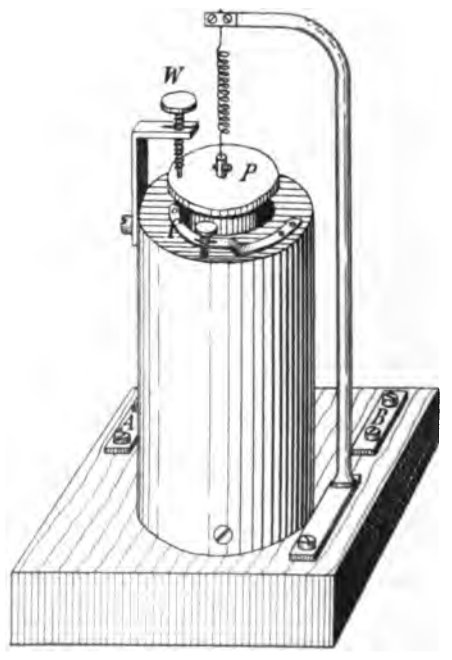


Fig. 163.

zuschalten. Liegen bei einem Amte mehr als zwei Leitungen auf Übertragung, so wird für alle ein gemeinschaftlicher Wecker in Verbindung mit einer Fallscheibenanzeigetafel verwendet.

Das Weckrelais besteht aus einem Elektromagnet mit Tauchkern. Die Spule des Elektromagnets hat ungefähr 500 Ohm Widerstand und ist aussen mit einem geschlitzten Eisenmantel umgeben. Unten ist die Spule mit einer vollen, oben mit einer ringförmigen Eisenscheibe abgeschlossen. Der Hohlraum der Spule ist unten bis zu einem Viertel der Höhe mit einem feststehenden Eisenkern ausgefüllt. Der Tauchkern besteht aus einer Eisenscheibe *P*, an welche unten eine Röhre aus Eisenblech angelötet ist. Dieser Anker wird durch eine an einem Messingständer befestigte Sprungfeder so getragen, dass die Eisenröhre in die Spule hineinragt. Auf der Ringscheibe der Drahtspule ist eine Blattfeder *f* aufgeschraubt, die mittelst einer Stellschraube gehoben und gesenkt werden kann. Über der Ankerscheibe sitzt eine Anschlagschraube *W*, in deren unteres Ende ein isolierender Elfenbeinstift eingelassen ist. Die beiden Zuführungen des vom Weckrelais zu schliessenden Weckerstromkreises werden an den Eisenmantel der Spule und den Ankerständer gelegt. Die Enden der Relaisumwindungen liegen an den Klemmen *A* und *B*.

Der Tauchanker ist so einzustellen, dass er bei den kurzen Hughesströmen nur ins Zucken gerät, ohne dass die Ankerscheibe bis zur Berührung mit der verhältnismässig tiefliegenden Anschlagfeder kommt, Erst wenn ein Strom von der Länge der Morsestriche durch die Spule des Weckrelais fliesst, wird die Ankerscheibe so tief herabgezogen, dass sie mit der Feder *f* in Berührung kommt und damit den Weckerstromkreis schliesst.

2. Der Börsendrucker von Siemens & Halske.

Der Apparat dient dazu, von einer Centralstelle aus zu gleicher Zeit ein und dasselbe Telegramm nach verschiedenen Empfangsstellen zu senden. So sind z. B. in Bremerhaven an eine Centralstelle 100 Apparate angeschlossen, die in vier parallelen Stromkreisen zu 25 Stück hintereinander geschaltet sind. Diese Anlage, welche zur Übermittelung von Schiffsmeldungen dient, arbeitet seit vielen Jahren mit gutem Erfolge.

Fig. 164 giebt schematisch die Anordnung des nur bei der Centralstelle aufzustellenden Geberapparats. Zum Telegraphieren werden Ströme wechselnder Richtung benutzt, welche die mit einem Kommutator oder Polwechsler *C* verbundene Batterie liefert. Der Kommutator ist zweiteilig; beide Teile sind voneinander isoliert auf einer Walze angebracht und stehen über Schleifringe je mit einem Batteriepole in Verbindung. Auf den beiden Teilen des Kommutators schleifen zwei Bürsten B_1 und B_2 um eine Zahnbreite voneinander verschoben. Bei der in der Fig. 164 gezeichneten Bürstenstellung ergiebt sich folgender Stromweg: negativer Pol der Batterie — Bürste B_1 — Leitung 1 nebst sämtlichen Empfangsapparaten der angeschlossenen Stationen — durch Leitung L_2 zurück — Empfangsapparat *H* der eigenen Station nebst Druckmagnet *D* — Bürste B_2 — zurück zum $+$Pol der Batterie.

Sobald sich der Kommutator um eine Zahnbreite weiter gedreht hat, wird die Bürste B_1 mit dem positiven und B_2 mit dem negativen Batteriepole verbunden und es fliesst ein Strom entgegengesetzter Richtung durch

Leitung und Apparate. Bei der so erzeugten Folge von abwechselnd positiven und negativen Strömen versetzt der polarisierte Elektromagnet *H* seinen Anker in pendelnde Bewegung, und der zangenförmige Ankerhebel *E* dreht das Steigrad *s* und das mit ihm verbundene Typenrad *T* bei jedem Hin- und Hergang um einen Zahn weiter. Kommutator und Typenrad sind auf diese Weise zwangsläufig verbunden.

An der Drehung des Kommutators nimmt der Schlitten *S* teil. Unter dem Schlitten sind die Stifte *x*, deren jeder durch den Druck einer Taste in die Höhe gebracht werden kann, kreisförmig angeordnet. Wird eine Taste, z. B. *A*, gedrückt, so geht der entsprechende Stift in die Höhe und hält den Schlitten *S* sowie den Kommutator auf. Hierdurch wird auch das Typenrad zum Stehen gebracht; es steht dann der Buchstabe, den die Taste bezeichnet, also in diesem Falle *A*, gerade dem Papierstreifen gegenüber. Zu gleicher Zeit geht ein kräftigerer Strom von längerer Dauer vom + Pole

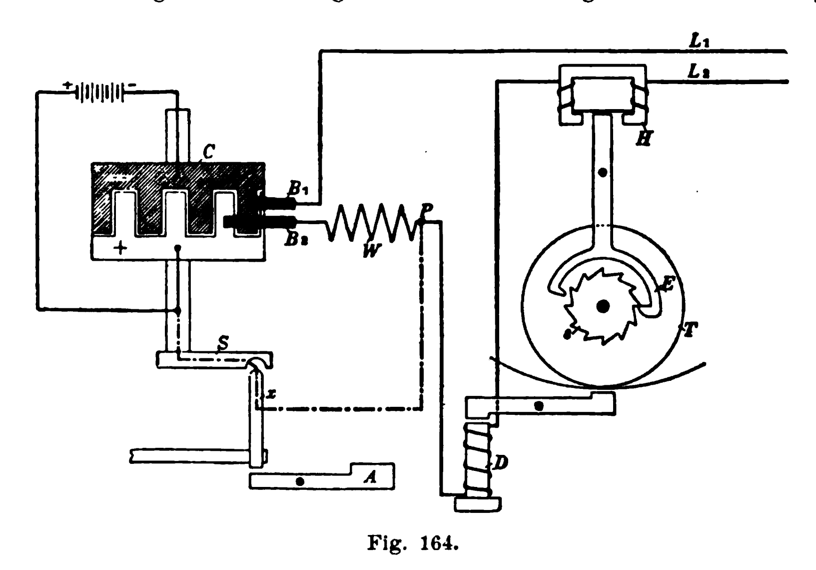


Fig. 164.

der Batterie über *S*, *x*, *P* und durch den Druckmagnet *D* in die Leitung, auf welchen der Druckmagnet anspricht und den Abdruck des Buchstabens bewirkt.

Der Widerstand *W* ist beim Drucke kurz geschlossen.

Wenn auf den Empfangsstationen der dem Tastendrucke des Gebeapparats entsprechende Buchstabe abgedruckt werden soll, so muss die Übereinstimmung des Kommutators mit den Typenrädern bei Beginn des Telegraphierens herbeigeführt werden und während desselben erhalten bleiben, bez. automatisch wieder hergestellt werden. Dieser Forderung wird durch die Konstruktion der Empfangsapparate entsprochen.

Der in Fig. 165 schematisch dargestellte Empfänger besteht im wesentlichen aus einem polarisierten Elektromagnet mit gabelförmigem Anker *E*, ferner dem Druckmagnet *D* mit dem Druckhebel *h*, dem Korrektionshebel *C* und dem Uhrwerk *U*, welches das mit dem Typenrade *T* verbundene Steigrad *s* zu drehen sucht. Der Korrektionshebel *C* schleift auf einem sich langsam drehenden Rade *r* des Uhrwerks. Läuft der Apparat leer, d. h. werden beim Geber keine Tasten gedrückt, während der Kommutator sich in Um-

drehung befindet, so wird der Korrektionshebel *C* von dem Rade *r* durch Reibung mitgenommen. Nach zwei Umdrehungen des Typenrads ist die Nase des Korrektionshebels so weit vorgeschoben, dass sie sich gegen einen mit dem Typenrade fest verbundenen Arm *a* legt. Hierdurch erfolgt die Festhaltung des Empfängers in der sogenannten Blankstellung, in welcher die Typenlücke dem Papier gegenüber steht.

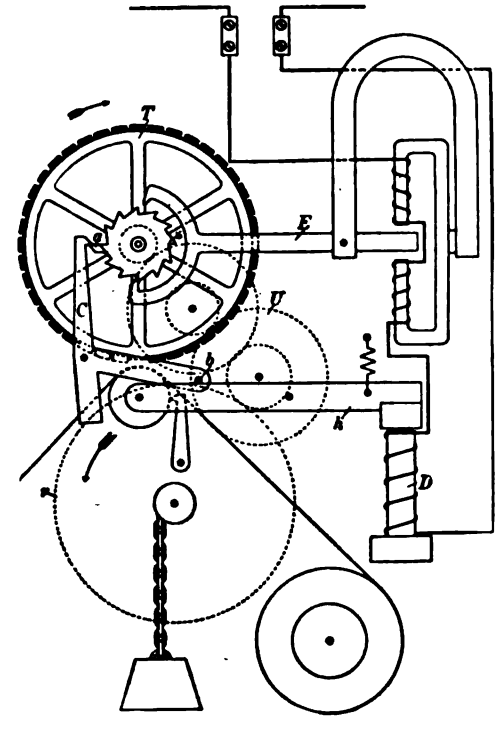


Fig. 165.

An der Centralstelle wird bei Beginn des Gebens zunächst der Kommutator durch Drücken der Blanktaste in derjenigen Stellung des Schlittens *S* angehalten, welche der Blankstellung des Typenrads entspricht. Auf diese Weise ist also die Übereinstimmung zwischen dem Geber und sämtlichen Empfängern selbstthätig hergestellt. Die Empfänger werden zugleich durch das Niederdrücken der Blanktaste in Bewegung gesetzt, indem der Hebel *h* gegen den Stift *b* schlägt und dadurch den Anhaltehebel *C* zurückstösst. Während der Dauer des Telegraphierens kann der Korrektionshebel den Arm *a* des Typenrads nicht festhalten, weil er bei jedem Druckstrom durch den gegen den Stift *b* schlagenden Druckhebel *h* zurückgestossen wird.

3. **Der Ferndrucker** von Siemens & Halske.

Er ist eine sinnreiche Vereinigung des Gebers und des Empfängers des Börsendruckers zu einem einzigen Apparate (Fig. 166). Seine Verwendung erfolgt in der Weise, dass eine Anzahl von Abonnenten mit dem Ferndrucker ausgerüstet und sämtlich durch Leitungen mit einer Ferndruckercentrale verbunden werden. Durch einen Druck auf den Knopf *r* des Apparats (Fig. 167) wird die Centrale angerufen; sie verbindet mit dem gewünschten Ferndruckeranschlusse. Die telegraphische Korrespondenz zwischen den beiden Anschlüssen, welche nur Schreibmaschinenfertigkeit erfordert, kann dann beginnen.

Ferner können von der Ferndruckcentrale aus gleichlautende Zirkulartelegramme an alle oder einen bestimmten Teil der Abonnenten gleichzeitig abgegeben werden.

Fig. 167 stellt den Ferndrucker schematisch dar. Soll der Apparat zum Telegraphieren benutzt werden, so drückt man zunächst die Blanktaste *P* herunter, wodurch Geber und Empfänger in Bewegung gesetzt werden. Mittelst des Armes *q* und des Hebels *S* wird der Arm *T* von der Nase *Na*

heruntergezogen und dadurch der Kontakt bei 3 geschlossen. Ferner wird gleichzeitig durch den Schieber *Q* der Umschalter *R* von dem Kontaktstücke 1 auf das Kontaktstück 2 umgelegt. Hierdurch werden ein Lokalstromkreis und ein Linienstromkreis geschlossen.

Lokalstromkreis: +Pol der Batterie, *T*, 3, 5, 6, Fortschalteelektromagnet *E*, Druckmagnet *D*, —Pol der Batterie.

Linienstromkreis: +Pol der Batterie, Kommutator *C*, Bürste *B*, Kontaktstück 2, Umschalter *R*, Linienrelais *H*, Klemme II, Fernleitung *L''*, Empfangsapparat der Leitung *L''* und von diesem durch Leitung *L'* nach dem —Pole der Batterie des Gebers zurück.



Fig. 166.

Dieser erste Linienstrom ist stets so gerichtet, dass er die Zunge des polarisierten Relais *H* nicht umlegt, dagegen hat der erste Lokalstrom stets ein Umlegen des Ankers des polarisierten Fortschaltmagnets *E* und damit eine Weiterbewegung von Typenrad und Bürste um eine Type und um ein Kommutatorsegment zur Folge. Kommt nun hierdurch die Bürste mit einem negativen Kommutatorsegment in Berührung, so werden durch den entgegengesetzten Stromimpuls die Zungen des Geber- und Empfängerrelais *H* vom Kontakt 5 auf 4 umgelegt und der Anker des Fortschaltemagnets *E* angezogen. Die Bürste *B* und das Typenrad *K*, welche auf derselben Achse *a* sitzen, werden hierdurch um ein Kommutatorsegment und eine Type fortbewegt. Die Bürste kommt also jetzt auf ein positives Kommutatorsegment zu liegen, wodurch wieder ein entgegengesetzter Lokal- und Linienstrom zustande kommt, welche ein Umlegen der Relaiszungen von 4 nach 5 und die weitere Fortschaltung von *B* und *K* bewirken.

Dieses Spiel wiederholt sich: das Gebertypenrad macht seine Umläufe und die Linienrelais *H* schalten in genauer Übereinstimmung mit denselben Lokalströme wechselnder Richtung ein. Durch die sehr kurzen Stromstösse für die Vorwärtsbewegung wird der Druckmagnet *D* nicht so weit erregt, dass er seinen Anker anzieht.

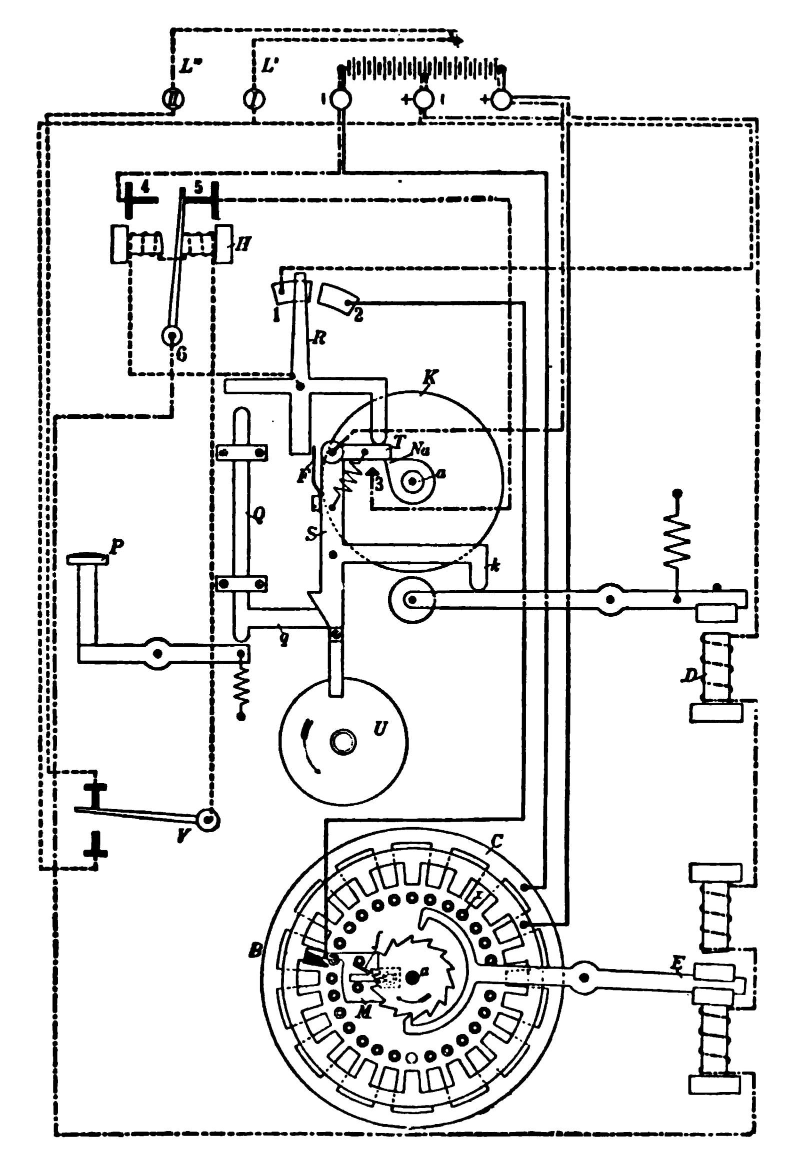


Fig. 167.

Sobald jedoch das Gebertypenrad und die Bürste einen Umlauf vollendet haben, wird die Bürste durch den beim Drücken der Taste *P* vorgebrachten Stift *x* auf einem Segment festgehalten. Infolgedessen kommt beim Geber und Empfänger ein Lokalstrom von längerer Dauer zustande, der ein Anziehen des Druckhebels und dadurch beim Empfänger die Herstellung des Kontaktes zwischen *T* und 3 bewirkt. Hierdurch allein kann

jedoch noch keine Fortschaltung der Typenräder erfolgen, weil die Relaiszungen noch an den Kontakten 4 liegen.

Wird nach Aufhören des Tastendrucks die Bürste *B* freigegeben und mit dem nächsten Kommutatorsegment in Berührung gebracht, so wird die Zunge des Relais *H* auf Kontakt 4 umgelegt, und der entstehende Lokalstrom schaltet die Typenräder weiter; sie laufen nunmehr synchron. Ein Anziehen des Druckmagnetankers kann dabei, wie bereits erörtert, nicht erfolgen. Überlässt man die Apparate sich selbst, so kommen die Empfänger nach zwei und der Geber nach drei Umdrehungen zur Ruhe. Hierbei wird gleichzeitig die Ausschaltung der Lokalbatterien und die Umlegung des Umschalters *R* in die Empfangsstellung sowie eine etwa erforderliche Korrektur selbstthätig bewirkt.

Wird dagegen beim Telegraphieren durch das Niederdrücken einer Taste ein Stift *x* in die Höhe gebracht und dadurch wieder die Bürste *B* festgehalten, so kommt durch die verlängerte Dauer des Stromes der Druckhebel *D* zum Anzug und bewirkt den Abdruck der entsprechenden Type. Nach dem Loslassen der Taste setzt sich der Apparat von selbst wieder in Bewegung.

Die Bürste *B* muss dem Typenrade gegenüber eine gewisse Voreilung haben, sie muss schon das nächste Kommutatorsegment berühren, bevor der Hebel des Fortschalteelektromagnets seinen Hub vollendet hat, andernfalls bleibt der Apparat stehen. Es muss also nach dem Anhalten der Bürste noch ein Lokal- und ein Linienstrom zustande kommen, unter deren Einfluss sich die Typenräder zu drehen suchen. Beim Geber wird aber bei fester Verbindung von Steigrad, Typenrad und Bürste durch den Stift *x* deren Drehung verhindert. Es führt also nur der Empfänger einen Schritt aus, und es würden somit nicht mehr die gleichen Typen zum Abdruck kommen. Ausserdem würde sich der Gebeapparat nach Loslassen der Taste nicht von selbst in Bewegung setzen, da jetzt kein entgegengesetzter Stromimpuls zustande kommen kann, der die Fortschaltelektromagnete bethätigt. Dies zu verhüten, dient eine elastische Kuppelung von *B* und *K* mittelst der Vorrichtung *M*. Diese gestattet auch dem Gebertypenrade beim letzten Hebelhube des Fortschaltelektromagnets *E* einen Schritt auszuführen, indem die Kuppelungsfeder *f* so gewählt ist, dass sie von der das Steigrad drehenden Kraft des Uhrwerks überwunden wird. Beim Anhalten der Bürste durch einen Tastendruck bleiben nunmehr das Geber- und Empfangstypenrad in genauer Übereinstimmung. Ferner wird jetzt auch nach Zurückgehen des Stiftes *x* der Apparat von selbst weiter laufen, da die Bürste durch die Spannung der Feder *f* auf das folgende Segment gebracht wurde, sodass ein dem vorhergehenden entgegengesetzter Stromimpuls entsteht, welcher das Fortschreiten des Apparats wieder einleitet, sobald die betreffende Taste losgelassen wird.

Die Taste *V* dient zur Abschaltung der Aussenleitung, um den Gang des eigenen Apparats prüfen zu können.

C. Die Sprechtelegraphen.

I. Das Klopfersystem.

Die Hauptapparate des Klopfersystems sind die Taste und der Klopfer; die Nebenapparate sind dieselben wie beim Morsesystem. Die mittelst der

Taste gegebenen Zeichen des Morsealphabets werden durch den Klopfer dem Ohre des Beamten wahrnehmbar gemacht.

Die Klopfertaste.

Die Klopfertaste (Fig. 168). Auf einem hölzernen Grundbrett ist ein mit zwei seitlichen Backen versehenes kreuzförmiges Messingstück *M* mittelst zweier Messingbolzen aufgeschraubt, welche gleichzeitig als Arbeits- und Ruhekontaktstifte dienen und daher durch Ebonitfutter von dem Messingstück isoliert sind. Der Ruhekontaktstift aus Platin steht mit der Klemme I, das kreuzförmige Messingstück als Körper mit der Klemme II und der Arbeitskontaktstift aus Stahl mit der Klemme III durch isolierten Draht in Verbindung. Zwischen den Backen des Körpers ist der mit einem flachen Ebonitknopf als Handhabe versehene stählerne Tastenhebel *H* leicht drehbar eingelagert. Dem Arbeitskontaktstifte gegenüber ist in die untere Fläche des Hebels ebenfalls ein Stahlkontaktstift eingesetzt. Dem Ruhekontaktstifte gegenüber befindet sich in einer Ausbohrung des Hebels eine Schraubenspindel mit geränderten Kopfe und Platinkontakte. Durch die Schraubenspindel kann die Hubhöhe der Taste nach Bedürfnis geregelt werden. Hinter dem Arbeitskontakte greift eine zweite Schraubenspindel mit geränderten Kopfe und Gegenmutter durch den vorderen Teil des Tastenhebels hindurch; an ihrem unteren Ende ist eine Spiralfeder befestigt, deren anderes Ende mit der kreuzförmigen Messingschiene in Verbindung steht. Die Spiralfeder hat die Aufgabe, den Tastenhebel nach Aufhören des Tastendrucks in die Ruhelage zurückzudrücken; ihre Spannung kann durch die Schraubenspindel reguliert werden. Die Spiralfeder dient gleichzeitig zur Sicherung der leitenden Verbindung zwischen Tastenhebel und Körper. An den neueren Klopfertasten ist zwischen dem Hebel und dem einen Lagerbalken ein Überbrückungsdraht wie bei den Morsetasten angebracht.

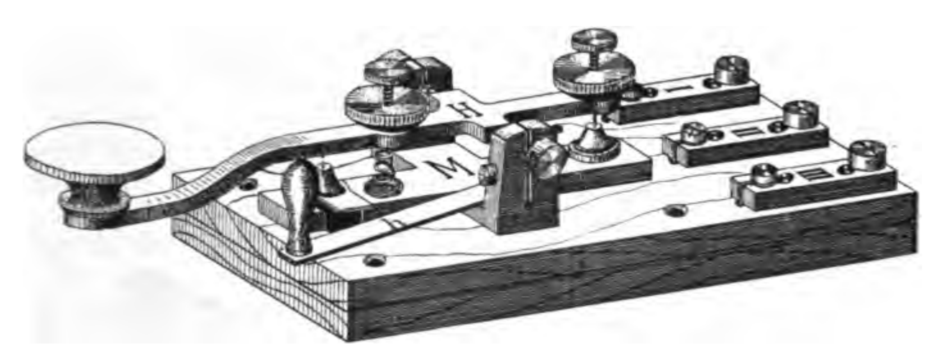


Fig. 168.

Bei Arbeitsstrombetrieb ist die Wirkungsweise der Klopfertaste dieselbe wie die der gewöhnlichen Morsetaste. Auch die in einer Klopfertaste auftretenden Fehler sind im wesentlichen den an der Morsetaste vorkommenden gleich.

Klopfertaste für amerikanischen Ruhestrombetrieb.

Einrichtung der Klopfertaste für amerikanischen Ruhestrombetrieb. An dem kreuzförmigen Messingstücke wird ein kleiner Hülfshebel *h* angebracht, welcher bei Anwendung der amerikanischen Ruhestromschaltung als Stromschliesser zu dienen hat. Wird der Hebel an den eigentlichen Tastenhebel herangedrückt, so schiebt er sich unter ein mit

dem Arbeitskontaktstifte verschraubtes Kontaktstück und stellt so bei ruhender Korrespondenz und während des Empfangens eine leitende Verbindung zwischen der Mittelschiene und dem Arbeitskontakte her. Bei Beginn des Gebens ist durch Drehung des Hebels diese Verbindung aufzuheben; nach Beendigung des Gebens ist sie wieder herzustellen, da sonst die Leitung unterbrochen bleibt.

Der Klopfer.

Der Klopfer (Fig. 169). Die Einrichtung des Klopfers ist die eines gewöhnlichen, laut ansprechenden Relais.

Auf einem dünnen, mit drei kleinen Metallfüssen versehenen Grundbrett aus hartem Holze ist eine Messingplatte *P* derart befestigt, dass zwischen

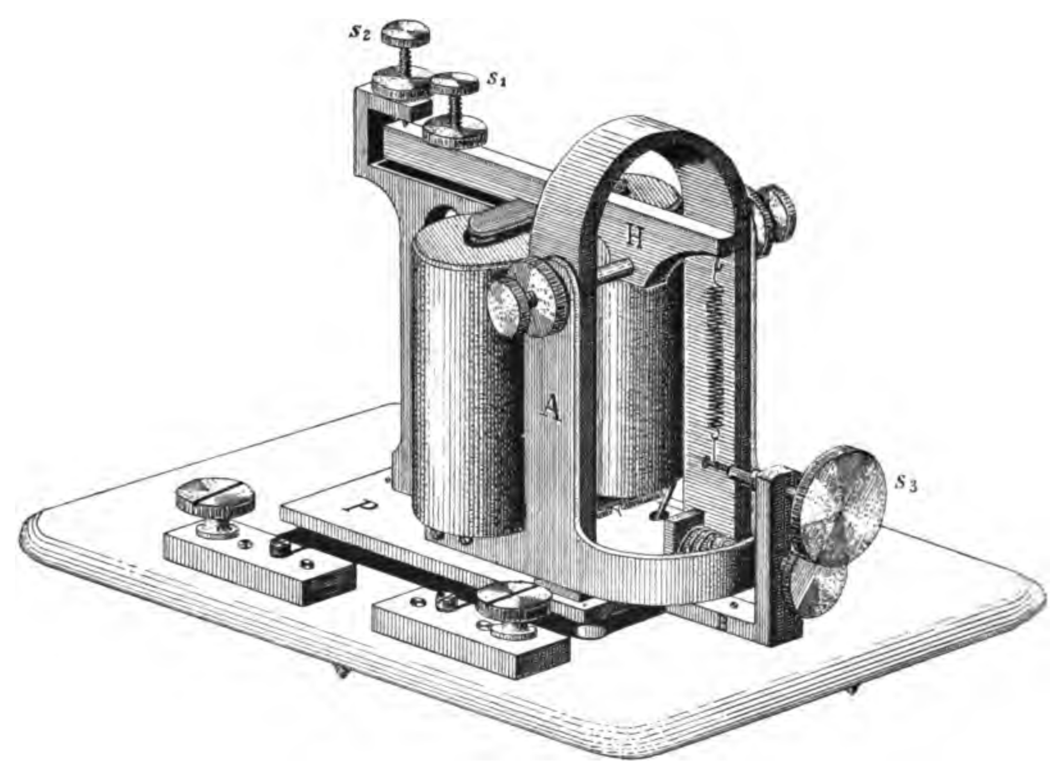


Fig. 169.

ihr und dem Grundbrett ein kleiner Zwischenraum bleibt. An der einen Schmalseite der Messingplatte erhebt sich ein Messinggalgen, der in seinem oberen Teile die an der Spitze mit konischen Ausbohrungen versehenen Lagerschrauben für die beiderseits in Spitzen auslaufende Achse des Ankerhebels *H* trägt. Die Achslagerschrauben werden durch Gegenmuttern festgelegt, welche gleichzeitig als Befestigung für den die Elektromagnetrollen tragenden Bügel *A* dienen. Der untere halbkreisförmige Teil des Bügels wird durch eine an den kürzeren Schenkel des Doppelwinkelstücks *B* sich anlehnende kräftige Spiralfeder gegen eine vorn abgerundete Schraube gedrückt. Durch Drehen der Schraube kann der Bügel nach vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Der Vorwärtsbewegung entspricht ein Heben der Elektromagnetrollen, der Rückwärtsbewegung ein Senken derselben. Die paraffinierten Elektromagnetrollen bestehen aus feinem isolierten Kupfer-

drähte. Jede Rolle hat einen Widerstand von etwa 140 Ohm und ist gegen äussere Beschädigungen durch einen Mantel von vulkanisiertem Kautschuck geschützt. Beide Rollendrähte sind hintereinander geschaltet; ihre beiden Enden führen zu den auf dem Grundbrett angebrachten Leitungsklemmen.

Der Ankerhebel trägt an seinem längeren Arme einen aus 2 mm starkem Eisenbleche hergestellten Anker und die als unterer Anschlag dienende Schraube s_1 mit Gegenmutter. Den oberen Anschlag bildet die an einem Messingständer angebrachte Schraube s_2 mit Gegenmutter. Durch beide Schrauben wird die Hubhöhe des Ankers begrenzt.

An dem kürzeren Arme des Ankerhebels ist eine Abreissfeder angehängt, welche mit ihrem zweiten Ende durch einen Seidenfaden an einer mittelst des Schraubenkopfes s_3 drehbaren Walze befestigt ist. Durch Drehen der Walze kann der Faden auf- oder abgewickelt, die Spannung der Abreissfeder also so reguliert werden, dass sie den Ankerhebel nach Aufhören des Stromes gegen den oberen Kontakt drückt, und dass bei Stromschluss der Ankerhebel nach unten gezogen wird, bis sich seine Anschlagschraube auf den Messingständer des oberen Anschlags auflegt. Die Walze für den Seidenfaden ist in den längeren Schenkel des Doppelwinkels *B* mit gewisser Reibung eingelagert, damit sie in jeder ihr gegebenen Stellung verharrt.

Bei den neueren Klopfern ist die Abreissfeder innerhalb eines kurzen Messingrohrs unter dem Ankerhebel in ähnlicher Weise wie bei den Morseapparaten angeordnet.

Zur Lautverstärkung des Ankeranschlags wird der Klopfer in einer mit gewölbter Rückwand versehenen hölzernen Schallkammer (Fig. 170) aufgestellt, deren offene Seite dem Beamten zugekehrt ist. Die Schallkammer ist um einen hohlen Messingfuss drehbar, der zugleich zur Aufnahme der Zuführungsdrähte dient.



Fig. 170.

Die Schaltung der Leitungen zu Klopferbetrieb.

Die Schaltung der Leitungen zu Klopferbetrieb. Die Leitungen zu Klopferbetrieb werden in der Regel mit Arbeitsstrom betrieben. Für Leitungen mit einer grösseren Anzahl von Zwischenstellen ist jedoch der Betrieb mittelst amerikanischen Ruhestroms vorgesehen.

Arbeitsstromschaltungen. Sie entsprechen genau den gleichartigen Schaltungen für den Morsebetrieb; nur treten an Stelle der Farbschreiber die Klopfer und an Stelle der Morsetasten die

Klopfertasten. Macht sich in längeren oberirdischen Leitungen der Rückschlag störend bemerkbar, so sind den Klopfern deutsche polarisierte Relais kleiner Form vorzuschalten; dasselbe hat bei allen unterirdischen Leitungen für Klopferbetrieb zu geschehen.

Die Einrichtung von Übertragungen in oberirdischen Klopferleitungen erfolgt auf dieselbe Weise wie für Morseleitungen; an Stelle der Farbschreiber treten jedoch laut ansprechende Relais, die gleichzeitig als Klopfer dienen.

Schaltung für amerikanischen Ruhestrom. Wie bei der gewöhnlichen Ruhestromschaltung fliesst auch bei der Schaltung für amerikanischen Ruhestrom, so lange die Korrespondenz ruht, beständig Strom in der Leitung. Die Zeichen werden aber nicht durch Unterbrechung, sondern wie beim Arbeitsstrome durch Stromschluss hervorgebracht. Die Empfangsapparate sind also für Arbeitsstrom eingerichtet, aber nebst den Batterien stets in die Leitung eingeschaltet, wie bei Ruhestrom. In der Taste führt der Stromweg vom Tastenhebel zur Arbeitsschiene bez. zum Arbeitskontaktstifte. Die Ruhekontaktschiene bleibt unbenutzt; die Ruhekontaktstifte dienen nur als Anschlag.

Bei ruhender Korrespondenz müssen die Tasten sämtlicher Anstalten einer Leitung so gestellt sein, dass der Arbeitskontakt geschlossen ist; die Batterien sind wie Ruhestrombatterien zu bemessen und zu schalten und senden also dauernd Strom in die Leitung. Bei der Klopfertaste wird der Stromschluss durch Anlegen des Hülfshebels an den Arbeitskontaktstift hervorgebracht.

Will ein Amt geben, so wird bei ihm der Hülfshebel vom Arbeitskontaktstifte weggedreht. Die Leitung ist alsdann unterbrochen und stromfrei, und die Zeichengabe erfolgt nun genau wie bei Arbeitsstrom, indem durch jeden Tastendruck der Stromkreis geschlossen wird. Nach Aufhören des Gebens muss sofort durch Umlegen des Hülfshebels wieder der Leitungsschluss hergestellt werden, da die Leitung sonst unterbrochen und gestört wäre.

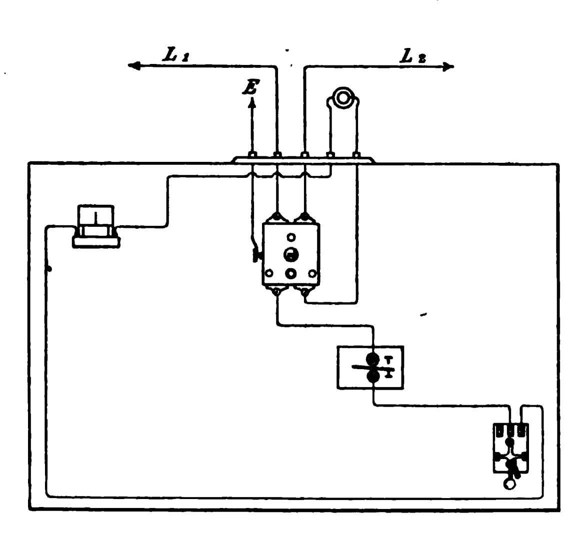


Fig. 171.

Nebenstehende Fig. 171 veranschaulicht die Schaltung einer Zwischenanstalt in einer mit amerikanischem Ruhestrome betriebenen Klopferleitung.

a) Stromlauf bei ruhender Korrespondenz und bei Empfang eines Zeichens: Leitung L_1 — Blitzableiter — Klopfer — Tastenkörper — Hülfshebel — Arbeitskontaktstift — Galvanoskop — Batterie — Blitzableiter — Leitung L_2;

b) Stromlauf bei Abgabe eines Zeichens: Derselbe wie unter a), nur wird der Stromschluss nicht durch den vom Arbeitskontaktstifte weggedrehten Hülfshebel, sondern durch Tastendruck hergestellt.

2. Der Fernsprecher.

Zum Anschluss kleinerer Telegraphenanstalten an das Telegraphennetz, namentlich solcher, die wie die Postagenturen und Hülfstellen nicht mit Fachbeamten besetzt sind, werden in Deutschland allgemein Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb benutzt.

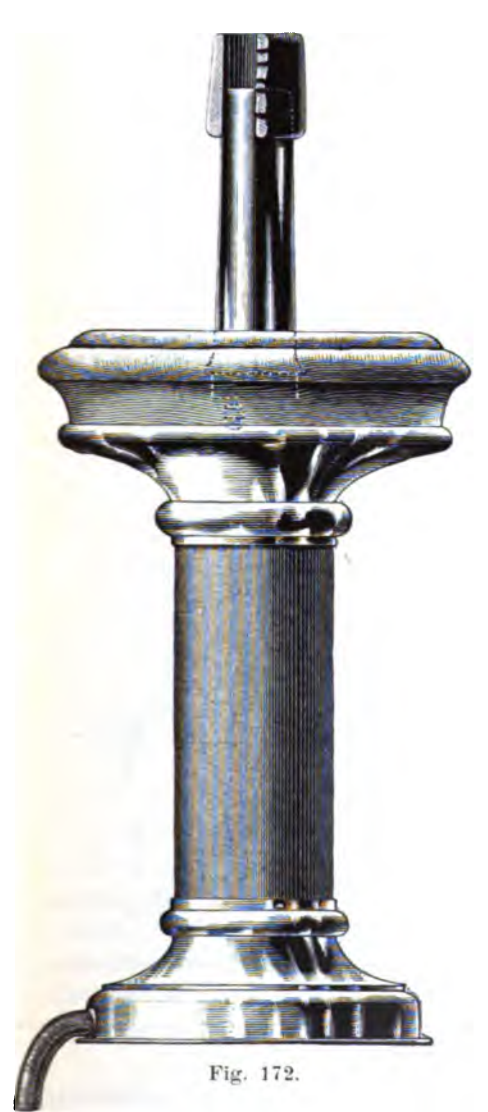


Fig. 172.

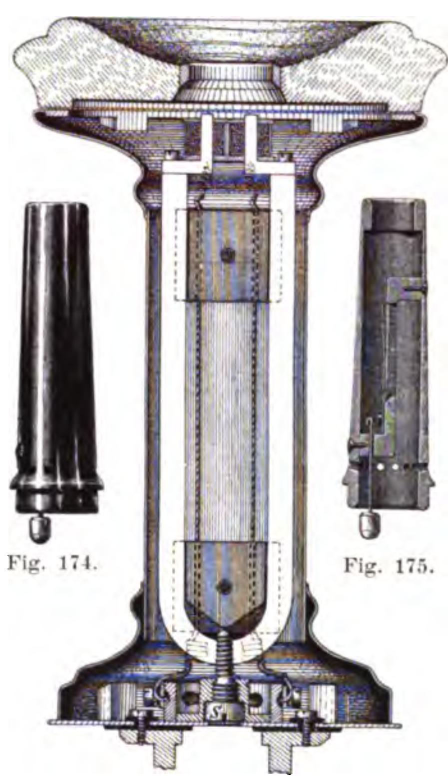


Fig. 174. Fig. 175.

Fig. 173.

a) Anruf mittelst Pfeife.

Apparate u. Schaltungen für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb.

Die Auswechselung der Telegramme auf den Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb erfolgte anfänglich ausschliesslich durch Fernsprecher mit hufeisenförmigen Magneten von Siemens & Halske, die sowohl zum Sprechen als auch zum Hören dienten. Für den Anruf kamen kleine Zungenpfeifen aus Ebonit zur Verwendung, die in das Mundstück des aufrecht stehenden Fernsprechers so eingesteckt wurden, dass der in die Pfeife eingesetzte Metallklöppel die Telephonmembran berührte. Fig. 172 stellt die äussere Ansicht, Fig. 173 den Durchschnitt eines solchen Fernsprechers dar, Fig. 174 und 175 veranschaulichen die Zungenpfeife. Der Hufeisenmagnet dieses Fernsprechers besteht aus bestem, gut gehärtetem Wolframstahl; auf seinen

beiden freien Enden sind ⌊ förmige Polschuhe aus weichem Eisen aufgeschraubt und über diese Drahtrollen aus 0,1 mm starkem, durch einfache Seidenumspinnung isoliertem Kupferdrahte mit zusammen etwa 200 Ohm Widerstand aufgeschoben. Die Rollen sind in gewöhnlicher Weise so gewickelt, dass derselbe Strom beide Pole zugleich entweder verstärkt oder schwächt.

Die Membran besteht aus einer 0,5 mm dicken Platte aus gut verzinntem Eisenblech von etwa 10 cm Durchmesser.

Durch Rechtsdrehen der Regulierschraube *S* wird der Hufeisenmagnet mit seinen Polschuhen von der Membran entfernt, durch Linksdrehen dagegen ihr genähert.

Fig. 176 giebt das Schaltungsschema für eine Telegraphenleitung zu Fernsprechbetrieb mit drei Betriebsstellen, von welchen die eine als Über-

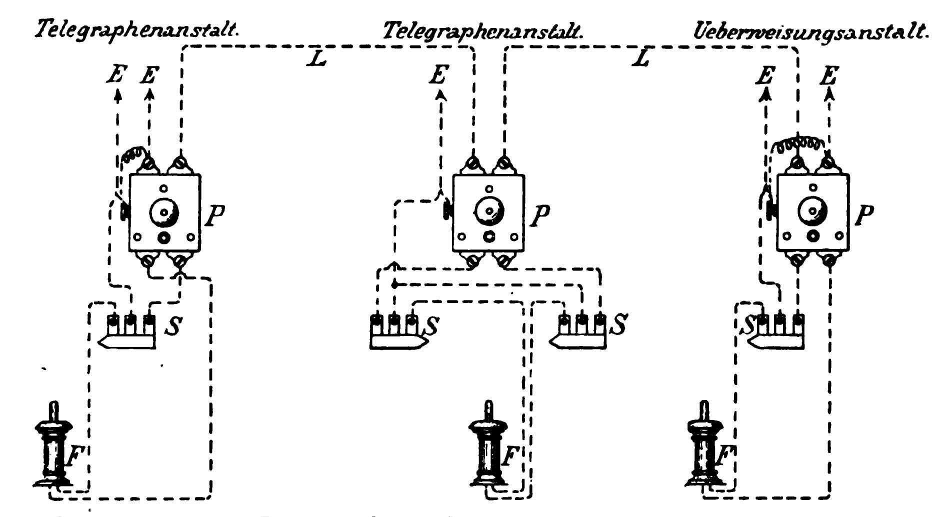


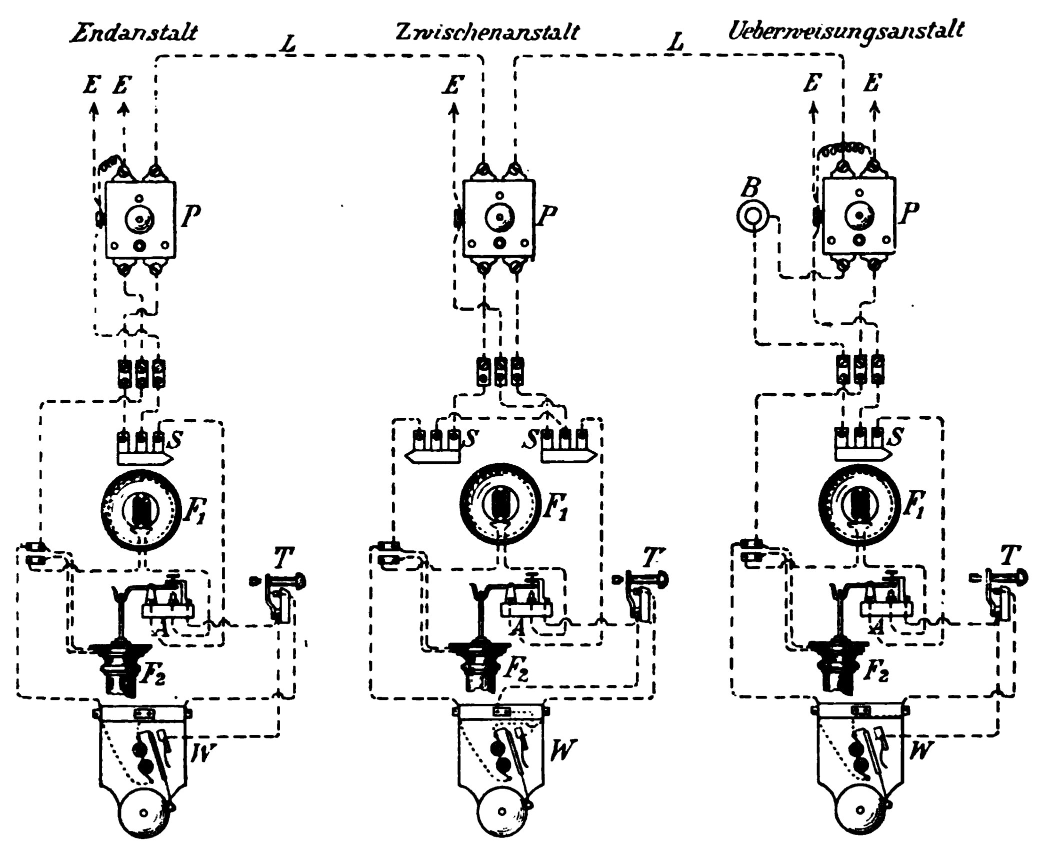
Fig. 176.

weisungsanstalt dient. Letztere ist durch eine oder mehrere Telegraphenleitungen mit Morsebetrieb an das allgemeine Telegraphennetz angeschlossen; an sie werden sämtliche bei den übrigen Anstalten der Leitung aufgegebene Telegramme durch den Fernsprecher abgesetzt, soweit nicht eine direkte Übermittelung an die Bestimmungsanstalt erfolgen kann. Umgekehrt erhalten die Telegraphenanstalten einer solchen Leitung durch die Überweisungsanstalt die für sie bestimmten Telegramme von den anderen Telegraphenanstalten, die nicht in derselben Leitung liegen.

Da der zur Herstellung der Drahtrollen in den Fernsprechern benutzte isolierte Draht wegen seiner geringen Stärke von 0,1 mm leicht durch geringere Entladungsreste atmosphärischer Elektrizität, die durch die gewöhnlichen Plattenblitzableiter aber nicht zur Erde abgeleitet worden sind, beschädigt werden kann, so werden zur Sicherung den Fernsprechern noch besonders konstruierte Blitzableiter *S* — Spindelblitzableiter — vorgeschaltet (S. 236).

b) Ruhestromweckbetrieb.

Da der Anruf durch Zungenpfeife bei längeren Leitungen mit vielen Betriebsstellen zu unsicher war, so wurde der Fernsprecher mit Zungenpfeife bald durch Fernsprechsysteme mit Weckeranruf bei Ruhestromschaltung verdrängt. Für den Ruhestromweckbetrieb sind Fernsprechwecker mit Schaltung auf Selbstunterbrechung zur Verwendung gekommen. Die Anordnung ist so getroffen, dass die Anker der Weckerelektromagnete bei sämtlichen in



L - Leitung E - Erde B - Batterie. P - Plattenblitzableiter S - Spindelblitzableiter F_1 - Fernsprecher zum Geben. F_2 - Fernhörer A - Ein- und Ausschaltevorrichtung. T - Taste. W - Wecker.

Fig. 177.

der Leitung liegenden Telegraphenanstalten so lange angezogen bleiben, als der Stromweg der Rufbatterie in der Ruhestromleitung nirgends unterbrochen wird.

Fig. 177 giebt das Stromlaufschema für eine Telegraphenleitung zu Ruhestromweckbetrieb mit einer End-, Zwischen- und Überweisungsanstalt.

Sobald in einer Telegraphenanstalt die Anruftaste niedergedrückt und damit die Leitung unterbrochen wird, fallen die Anker der Wecker sämtlicher Anstalten ab. Auf der rufenden Anstalt wird hierdurch ein neuer

Stromweg hergestellt, auf welchem der mit Selbstunterbrechung arbeitende Wecker in rascher Folge eine Reihe kurzer Weckströme in die Leitung schickt, welche die Wecker der übrigen Anstalten ebenfalls zum Tönen bringen. Diese Wecker arbeiten jedoch dann nicht mit Selbstunterbrechung, sondern als Wecker mit einfachem Schlage.

Wegen der schwierigen und empfindlichen Regulierung der Wecker und der damit verbundenen, bereits durch geringfügige Witterungseinflüsse bedingten Betriebsstörungen ist der Ruhestromweckbetrieb wieder aufgegeben worden.

Jetzt werden die Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb in Deutschland allgemein durch Fernsprechsysteme mit Induktoranruf betrieben.

c) Induktionsweckbetrieb.

Das für den Induktionsweckbetrieb in Telegraphenleitungen benutzte Fernsprechgehäuse aus poliertem Nussbaumholze (vgl. Fig 183) enthält ein Mikrophon mit Induktionsrolle (bisher meist Kohlenwalzenmikrophone, vgl. Abschnitt über Mikrophone), ferner einen Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung (vgl. Abschnitt über Fernhörer), sowie einen zweilamelligen Kurbelinduktor, einen polarisierten Wecker mit ungefähr 1600 Ohm Widerstand, einen Hakenumschalter, eine Taste und einen Spindelblitzableiter. Es ist mit zwei seitlichen Thüren ausgestattet, welche die im Innern angebrachten Apparate leicht zugänglich machen. Ein Ausschnitt in der Vorderwand nimmt das Mikrophon auf. Unterhalb des letzteren ragt auf der rechten Seite der Druckknopf der Taste, auf der linken Seite der Haken für den Fernhörer heraus. Die Leitungsschnur des Fernhörers ist durch den Boden des Gehäuses hindurchgeführt und mit ihren Adern im Innern an zwei Klemmen befestigt. Der Wecker ist unter dem Boden des eigentlichen Gehäuses angebracht; die Induktorkurbel befindet sich an der rechtsseitigen Gehäusewand. Zwei Klemmen am Boden des Gehäuses dienen zum Anlegen der Mikrophonbatterie. Auf dem Deckel des Gehäuses befinden sich drei Zuführungsklemmen: L = Leitung, E = Erde und W = Zuführung zu einem zweiten Wecker.

Kurbelinduktor für Telegraphenleitungen.

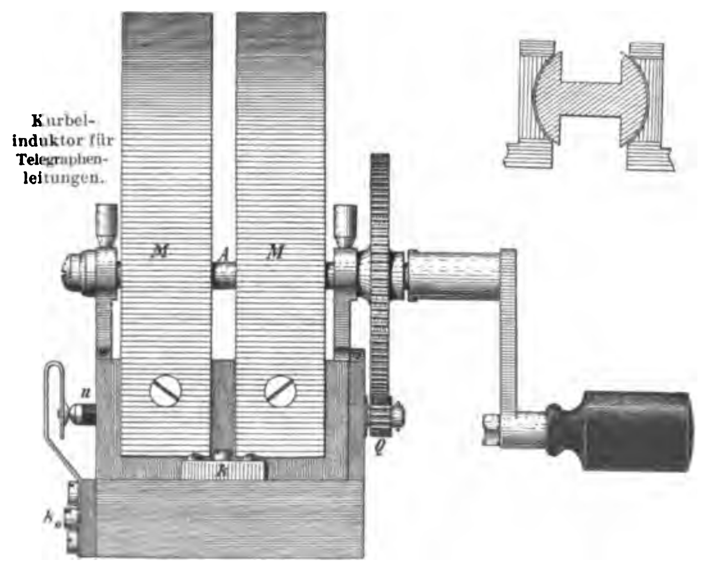


Fig. 178.

Der zweilamellige Kurbelinduktor für Telegraphenleitungen (Fig. 178). Das Magnetmagazin. — Zwei Hufeisenmagnete $M M$ umschliessen mit ihren Schenkeln ein Messinggestell, in dessen Vorder- und Rückwand je eine viereckige Eisenplatte eingelassen ist. Beide Platten bilden die Polschuhe der Magnete und sind mit diesen fest verschraubt. An den einander zugekehrten Seiten sind die

Polschuhe derart ausgehöhlt, dass die Höhlungen einen cylindrischen Raum umschliessen.

Der Anker. — In den cylindrischen Raum zwischen den Polschuhen ist ein Eisenanker von I-förmigem Querschnitt eingeschoben, welcher um zwei in den Stirnwänden des Messinggestells eingelagerte Zapfen leicht drehbar ist. Die Stirnwände tragen ausserdem die Lager für die Kurbelachse A. Auf diese ist ein Zahnrad aufgesetzt, welches mit dem auf einem Ankerzapfen sitzenden Triebe Q in Eingriff steht, sodass der Anker durch Drehen der Kurbel in rasche Umdrehung versetzt werden kann. Das für einen leichten Gang des Induktors erforderliche Öl wird den Achslagern der Ankerzapfen und der Kurbelachse durch kleine in die Achslager eingesetzte Öltüllen zugeführt.

Die rinnenartigen Ausschnitte des Ankers sind mit feinem isolierten Kupferdrahte von etwa 400 Ohm Widerstand in vielen Windungen bewickelt. Die Umwindungen des Ankers sind mit Paraffin getränkt, damit die Umspinnung des Drahtes durch die Erschütterung beim Drehen nicht beschädigt wird. Gegen äussere Beschädigungen dient ein Überzug aus Wachsleinwand.

Das eine Ende der Ankerwicklung ist mit dem Anker verschraubt und dadurch über die Zapfen mit dem Körper des Induktors verbunden. Das andere Wicklungsende ist an dem durch eine Ebonithülse von dem Ankerzapfen und dem Körper des Induktors isolierten Dorne u befestigt, gegen den sich eine Schleiffeder anlegt.

Wirkungsweise. — Der Körper des Induktors wird mit Erde und der Dorn u über die Schleiffeder mit dem Arbeitskontakt einer kleinen Taste verbunden. Wird der Anker des Induktors gedreht, so geht jede Ankerseite bald am Südpole, bald am Nordpole der Dauermagnete vorüber und wechselt somit ihre Polarität fortwährend. In den Ankerwindungen entstehen infolge dessen bei jeder Umdrehung zwei entgegengesetzte Induktionsströme, welche einerseits über die Klemme k zur Erde und andererseits über den Schleifkontakt bei u und die Klemme k_0 zur Taste, und wenn diese niedergedrückt ist, in die Leitung abfliessen, um auf dem fernen Amte einen Wecker in Thätigkeit zu setzen. Die Klemmenspannung des Induktors beträgt 60 Volt, wenn die Kurbel in einer Sekunde dreimal umgedreht wird.

Polarisierter Wecker für Telegraphenleitungen.

Der polarisierte Wecker für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb (Fig. 179). Auf den unteren Schenkel — den Südpol — des hufeisenförmigen Magnets NS ist ein kleiner Elektromagnet e_1 e_2 mit etwa 1600 Ohm Rollenwiderstand aufgesetzt. Zwischen den Polflächen des Elektromagnets und dem darüber befindlichen Nordpole des Dauermagnets spielt der Anker a; er ist in zwei

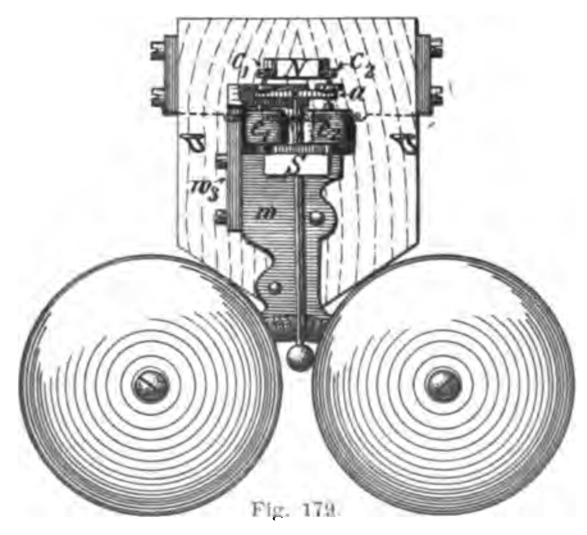
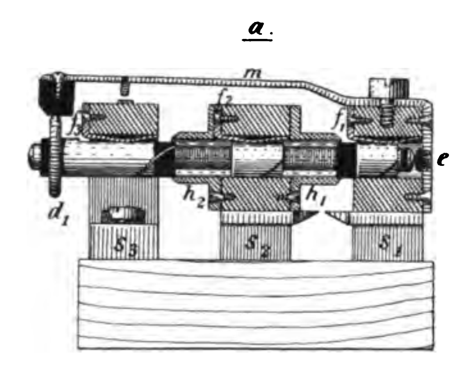


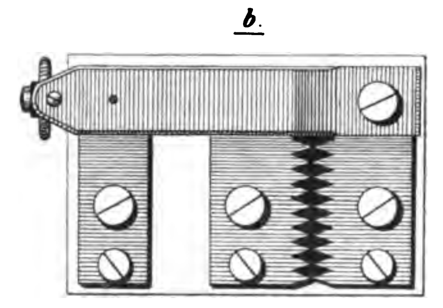
Fig. 179.

Spitzenschrauben eingelagert, die ihrerseits in einen mit der Messingplatte w verschraubten Messingwinkel w_3 eingesetzt sind.

Der Anker ist mit zwei den Polflächen des Elektromagnets gegenüberstehenden Messingschräubchen c_1 und c_2 ausgerüstet. Diese mittelst Gegenmutter festgelegten Schräubchen stehen aus der unteren Ankerfläche etwas hervor und verhindern so das Kleben des Ankers an den Kernen. Der Anker trägt an einer langen Stahlzunge den zwischen den beiden Glocken spielenden Klöppel.

Ein die Rollen durchlaufender Strom wirkt auf den Südmagnetismus der Kerne in dem einen Schenkel schwächend und in dem anderen verstärkend. Wenn daher die Wechselströme eines Kurbelinduktors den Wecker durchfliessen, so wird der Magnetismus abwechselnd im linken und im rechten Schenkel verstärkt, und es ist der durch den Nordpol des Dauermagnets ebenfalls polarisierte Anker bald auf der linken, bald auf der rechten Seite einer stärkeren Anziehung ausgesetzt. Er gerät hierdurch in schwingende Bewegung, an der auch der Klöppel teilnehmen muss; dieser schlägt deshalb im raschen Wechsel bald gegen die eine, bald gegen die andere Glocke.





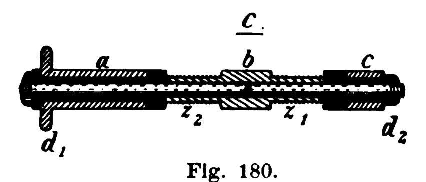


Fig. 180.

Die Taste (in Fig. 182 schematisch dargestellt). An der untersten von drei Messingschienen ist eine Feder angeschraubt, welche sich in der Ruhelage gegen die Mittelschiene anpresst. Die oberste Schiene trägt einen rechtwinklig geformten Bügel mit einer Kontaktschraube, dieser gegenüber trägt die Feder einen durch das Grundbrett der Taste und durch die Gehäusethür hindurchgreifenden Messingdorn mit Druckknopf. Sämtliche Kontaktstellen sind mit Platin belegt. An der unteren Schiene liegt die Leitung, an der mittleren der Hakenhebel mit Wecker-, Hör- und Sprechapparaten und an der oberen die Batterie oder der Induktor. Bei Tastendruck geht ein Strom aus der Stromquelle über die Feder und die untere Schiene in die Leitung.

Spindelblitzableiter.

Der Spindelblitzableiter (Fig. 180*a*, *b* und *c*). Auf einer hölzernen Grundplatte sind drei winkelförmige Messingstücke aufgeschraubt, von denen zwei auf ihren wagerechten Schenkeln Messingplatten tragen, deren in geringem Abstand einander gegenüber stehende Seiten mit spitzen Zähnen versehen sind. Diese Platten wirken wie ein Spitzenblitzableiter; die äussere Schiene ist zu diesem Zwecke mit der Leitung, die mittlere mit der Erde und die dritte ohne gezahnten Aufsatz mit den Apparaten verbunden. Die lotrecht stehenden Schenkel der Messingwinkel sind in der Längsrichtung der Grundplatte zur Aufnahme der Blitzableiterspindel durchbohrt; in jede

Bohrung ist eine rechtwinklig gebogene und seitlich angeschraubte Blattfeder f_1, f_2, f_3 eingelassen.

Die Blitzableiterspindel (Fig. 180*c*). Sie besteht aus den drei oben abgeflachten Messingcylindern *a*, *b*, *c* und dem diese tragenden Stahlstifte *x*. Der mittlere Cylinder *b* ist auf den Stahlstift aufgelötet, während die anderen beiden Cylinder durch Ebonithülsen gegen den Stift und den mittleren Cylinder isoliert sind. Neben den Cylinder *a* ist auf dessen Ebonithülse die als Knopf dienende Unterlegescheibe d_1 und auf die Ebonithülse des Cylinders *c* die kleinere Unterlegescheibe d_2 aufgesteckt. Durch zwei auf die Enden des Stahlstifts geschraubte Muttern werden die Ebonithülsen festgehalten.

Umwickelt ist die Spindel mit feinem, mit grüner Seide umsponnenem Kupferdrahte, dessen Enden zwischen den Messingcylindern und den Unterlegescheiben festgeklemmt sind. Die äusseren Messingcylinder *a* und *c* sind demnach durch den Umwicklungsdraht leitend verbunden, von dem mittleren Cylinder bleibt der Draht durch seine Seidenumspinnung isoliert. Zum Schutze der Drahtwicklung auf dem Zapfen z_1 und z_2 des Messingcylinders *b* sind an das mittlere Messingstück s_2 die Hülsen h_1 und h_2 angeschraubt.

Auf dem Messingwinkel s_1 ist eine starke, am freien Ende mit einem Platinkontakt und einem vorn abgeschrägten Ebonitstück versehene Messingfeder *m* aufgeschraubt. Die Feder legt sich mit ihrem Kontakt auf den aus der Messingschiene s_3 hervorragenden Platinkontakt, wenn die Spindel aus den Bohrungen der Messingwinkel herausgezogen wird, und verbindet die Messingwinkel s_1 und s_3 unmittelbar miteinander. Ist die Spindel dagegen eingesteckt, so wird die Feder *m* durch Aufgleiten des Ebonitstücks auf den oberen Rand der Unterlegescheibe d_1 gehoben und ihr Kontakt mit s_3 unterbrochen. Die Leitung steht dann durch den Umwindungsdraht der Spindel mit den Apparaten in Verbindung. In dem senkrechten Teile der Messingfeder *m* ist ein Ebonitpflock *e* eingeschraubt, der als isolierender Anschlag für den Stahlstift *x* dient.

Die Schutzwirkung des Spindelblitzableiters besteht darin, dass schon mässig starke Entladungsströme atmosphärischer Elektrizität die sehr dünn gehaltene Umwicklung des Blitzableiterdrahts auf dem mit der Erde leitend verbundenen Messingcylinder *b* durchschlagen und unter Umständen den Draht selbst schmelzen. Die blanken Drahtenden treten dann in leitende Verbindung mit dem Messingcylinder *b* bez. dessen Zapfen z_1 und z_2, wodurch für die Entladungsströme eine Verbindung zur Erde hergestellt wird, ehe sie auf die Fernsprecher wirken können.

Schaltung der Telegraphenleitungen zu Induktionsweckbetrieb.

Schaltung der Telegraphenleitungen zu Induktionsweckbetrieb. Ausser dem im Fernsprechgehäuse untergebrachten Spindelblitzableiter erhalten die Telegraphenanstalten mit Fernsprechbetrieb noch einen Plattenblitzableiter. Die Sprechstellen einer Leitung werden sämtlich nebeneinander geschaltet, sodass jede eine Abzweigung von der Leitung zur Erde bildet (Fig. 181). Der von einer beliebigen Anstalt in die Leitung fliessende Weckstrom verzweigt sich an jedem Abzweigungspunkt, und es gelangt nach jedem der übrigen Ämter nur ein Zweigstrom. Da jedes an die Leitung angeschlossene Amt in seinem Wecker 1600 Ohm Widerstand hat, so fällt der viel geringere Widerstand der Drahtleitung selbst für die Stromteilung kaum ins Gewicht; man kann ohne grossen Fehler annehmen, dass die Abzweigungen sämtlich von einem Punkte ausgehen und gleichen

Widerstand aufweisen. Sind nun z. B. neun Ämter angeschlossen und wird von einem Amte Strom gesandt, so verzweigt sich dieser in acht Leitungen,

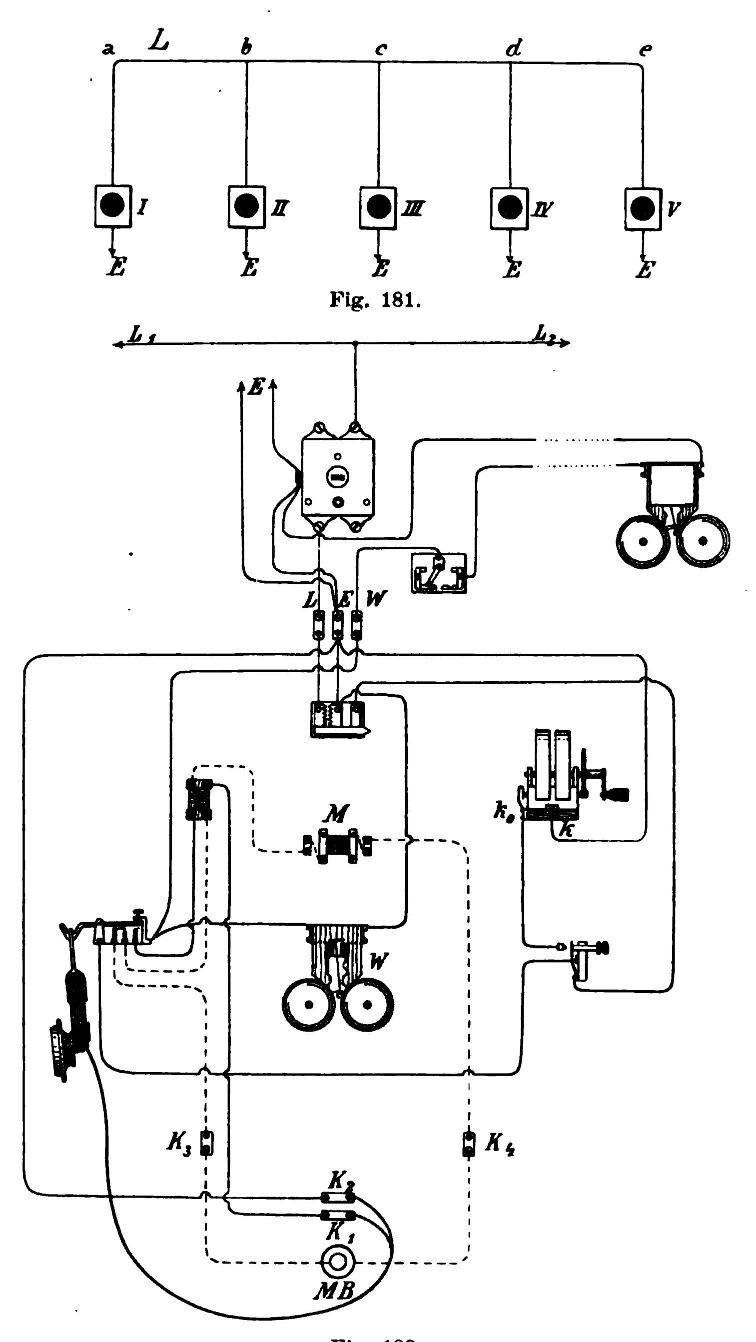


Fig. 181.

Fig. 182.

Bemerk.: Der Stöpsel des Plattenblitzableiters steckt im vorderen mittleren Loche.

deren kombinierter Widerstand nur $\frac{1600}{8} = 200$ Ohm beträgt. Von dem infolge dessen sehr starken Gesamtstrom erhält jedes Amt $^1/_8$, und dieser Teil-

strom ist völlig ausreichend, um den empfindlichen Wecker kräftig zum Ansprechen zu bringen. Ein sicherer Weckbetrieb ist selbst dann noch möglich, wenn zwölf und mehr Ämter an eine Leitung angeschaltet sind. — Beim Sprechen verteilen sich die in einem Zweige erzeugten Sprechströme nicht gleichmässig auf die übrigen Zweige; sie gehen vielmehr fast ungeteilt zu demjenigen Amte, mit welchem gesprochen wird. Denn bei diesem Amte sind nur Fernhörer und sekundäre Spule der Induktionsrolle mit etwa 400 Ohm Widerstand eingeschaltet, während bei den übrigen Ämtern die Wecker nicht nur durch ihren hohen Widerstand, sondern weit mehr noch durch ihre bedeutende Selbstinduktion den Sprechströmen den Weg versperren.

Endstelle mit Induktor und polarisiertem Wecker (Fig. 182).

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom: Erdklemme des Plattenblitzableiters — Erdklemme E des Gehäuses — Induktor (Klemme k, Umwindungen, Klemme k_0) — Taste — Spindelblitzableiter — Leitungsplatten des Plattenblitzableiters — Leitung L_1 L_2.
2. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom: Leitung L_1 L_2 — Plattenblitzableiter — Spindelblitzableiter — Taste — Hakenumschalter (Hebel und hintere Schiene) — Wecker W — Erdschiene des Spindelblitzableiters — Erde.
3. Mikrophonstromkreis: Klemme K_3 — Mikrophonbatterie MB — Klemme K_4 — Mikrophon M — primäre Induktionsspule — Blattfederkontakte des Hakenumschalters — Klemme K_3.
4. Hörstromkreis: Leitung L_1 L_2 — Plattenblitzableiter — Klemme L — Spindelblitzableiter — Taste — Hakenumschalter (Hebel und Säulchenkontakt) — sekundäre Induktionsspule — Klemme K_1 — Fernhörer — Klemme K_2 — Klemme E — Erde.

Für die Dauer eines Gewitters wird der Stöpsel aus dem vorderen mittleren Loche des Blitzableiters herausgenommen und dadurch der eingeführte Leitungszweig von den Apparaten getrennt.

Einschaltung eines zweiten Weckers. — Wenn der den Fernsprechdienst besorgende Beamte nicht immer in dem Telegraphendienstzimmer anwesend, sondern zeitweise in einem anderen Raume beschäftigt ist, so wird in dem letzteren ein zweiter Wecker aufgestellt.

Die Einschaltung erfolgt unter Verwendung eines Umschalters U. Von der Umschalterkurbel führt eine Drahtverbindung nach der Klemme W des Gehäuses und von der rechten Umschalterschiene eine Drahtverbindung nach dem zweiten Wecker und von diesem zur Erdklemme des Plattenblitzableiters. Steht die Umschalterkurbel nach links, so ist der zweite Wecker ausgeschaltet, steht sie nach rechts, so liegt er gleichzeitig mit dem Gehäusewecker im Stromkreise. Der in der Leitung ankommende Strom erfährt an der hintersten Schiene des Hakenumschalters eine Verzweigung: ein Teil geht durch den Gehäusewecker, der andere Teil über die Weckerklemme, die Umschalterkurbel und durch den zweiten Wecker zur Erde. Beide Wecker sprechen also gleichzeitig an.

Die Einrichtung wird in Leitungen mit vielen Anstalten zweckmässig so getroffen, dass stets nur ein Wecker ertönt: zu dem Zwecke braucht nur der von der hintersten Schiene des Hakenumschalters nach dem Gehäusewecker führende Draht am Hakenumschalter losgenommen und dafür an der linken Schiene des Umschalters U befestigt zu werden. Steht dann die Um-

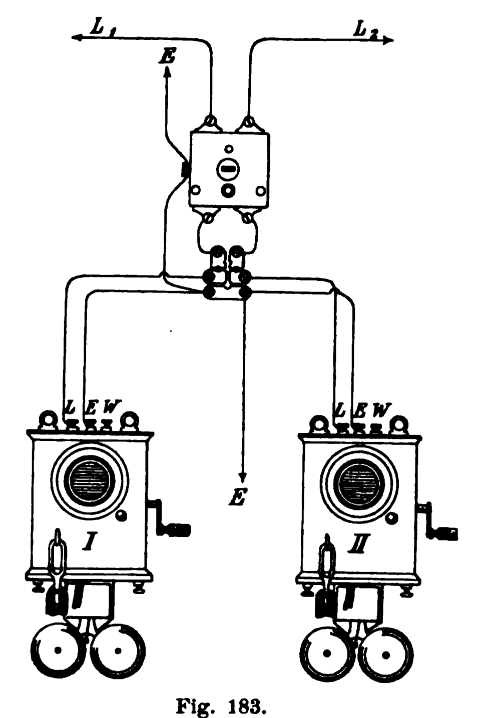


Fig. 183.

schalterkurbel nach links, so ertönt der Gehäusewecker, steht sie nach rechts, so spricht nur der zweite Wecker an.

Trennstelle mit zwei Fernsprechgehäusen (Fig 183). Hierzu gehört ein Umschalter VI a.

Trennstellung. — Es werden die in der Fig. 183 schwarz ausgefüllten Löcher zwischen den beiden senkrechten und anstossenden wagerechten Schienen gestöpselt. Es liegt dann jeder Leitungszweig über ein Fernsprechgehäuse an Erde.

Durchsprechstellung. — Durch Stöpselung des Loches zwischen den beiden senkrechten Schienen werden die beiden Leitungen L_1 und L_2 miteinander verbunden; ferner wird durch Stöpselung des Loches zwischen einer senkrechten Schiene und der darunter liegenden wagerechten Schiene entweder das Fernsprechgehäuse *I* oder *II* in Erdabzweigung angeschlossen.

Während eines Gewitters werden beide Apparatsysteme durch Entfernen der Stöpsel aus den betreffenden Löchern des Umschalters von der Leitung getrennt. Die beiden Leitungszweige werden sodann durch Stöpselung des mit Ebonit ausgefütterten Loches des Plattenblitzableiters und des Loches zwischen den senkrechten Schienen des Umschalters unmittelbar miteinander verbunden.

D. Feldtelegraphenapparate.

Im Feldtelegraphendienste finden allgemein Morsefarbschreiber und Klopferapparate Verwendung, deren Konstruktion im wesentlichen mit derjenigen der für den Friedensdienst bestimmten Apparate übereinstimmt.

Die Farbschreiber zeigen in der Anordnung der zu einem Apparatsatze gehörigen Teile einige charakteristische Abweichungen, sodass eine kurze besondere Beschreibung derselben am Platze erscheint. Da Telegraphierfehler im Kriegsdienste die verhängnisvollsten Wirkungen haben können, so ist man in den meisten Armeen von der bisherigen ausgedehnten Verwendung von Klopferapparaten wieder zurückgekommen.

Von einer Kombination des Klopfers mit dem Fernsprecher wird jedoch in denjenigen Fällen mit Vorteil Gebrauch gemacht, in welchen bei Isolationsfehlern die vorhandenen Batterien nicht mehr ausreichen, die Morseschreiber oder Klopfer der Empfangsstationen zu bethätigen. Diese Kombination wird Summer, Vibrierapparat, je nach dem Hauptzwecke auch Patrouillenapparat und Kavalleriepatrouillenapparat genannt. Die Einrichtung ist so getroffen, dass derartige Apparate einerseits als gewöhnliche Fernsprecher benutzt

werden können und andererseits zur Aufnahme von Morsezeichen dienen, welche durch das schnelle Vibrieren des aus einem schwachen Eisenbleche bestehenden Klopferankers im Fernhörer als summende Geräusche wiedergegeben werden.

Von eigentlichen Fernsprechsystemen wird im Feldkriege selbst nur wenig Gebrauch gemacht; dicht am Feinde eignet sich der Fernsprecher nicht zur Befehlsübermittelung. Für den Festungs-, Etappen- und Lagerdienst ist er jedoch ein unschätzbares Verkehrsmittel; die hier zur Verwendung kommenden Formen entsprechen den für den gewöhnlichen Verkehr bestimmten.

Der grosse Feldtelegraphenapparat.

1. Der grosse Feldtelegraphenapparat (Fig. 184). Er ist für den stationären Dienst bestimmt. Die vier Hauptteile des Apparatsystems — Farbschreiber, Galvanoskop, Taste und Umschalter (letzterer in der Figur

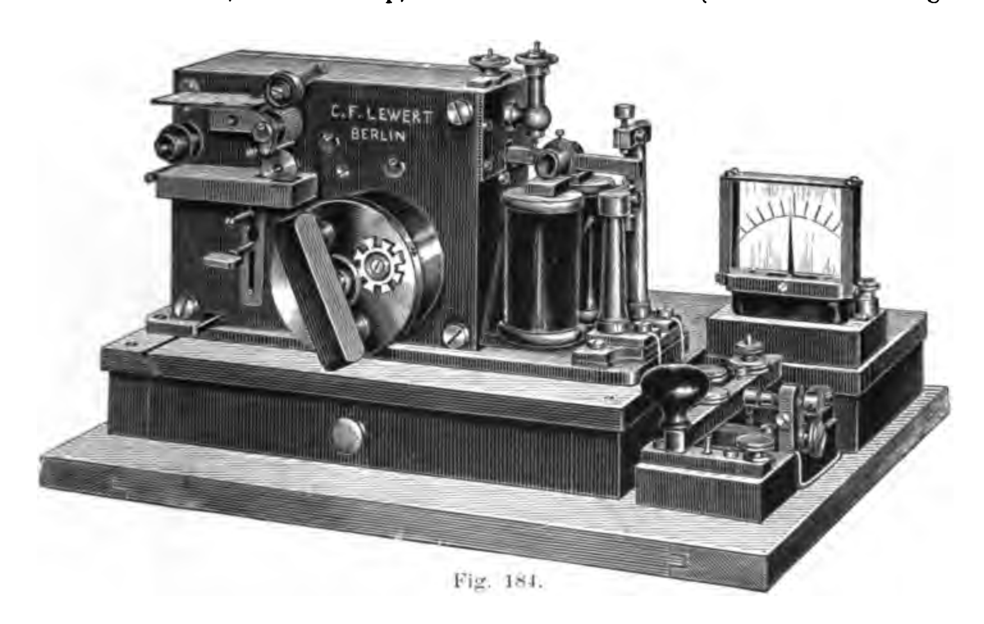


Fig. 184.

nicht sichtbar) — sind, um es bei einem Wechsel des Truppenstandorts schnell aufstellen zu können, auf einem gemeinsamen Grundbrett angeordnet.

Der Schreibapparat entspricht im wesentlichen dem deutschen Normalfarbschreiber und kann wie dieser am Schreibhebel auf Arbeits- und Ruhestrom eingestellt werden. Der Wechsel des Stromlaufs von Arbeits- auf Ruhestrom wird durch zwei kleine Schienen bewirkt, die sich hinter der Ruheschiene der Taste befinden und durch Stöpselung mit der Ruheschiene verbunden werden können.

Für den Transport wird das System in einem tragbaren Verschlusskasten (Fig. 185) untergebracht, in welchem sich unterhalb des oberen Bodens zwei Schubkasten und unterhalb des Apparatgrundbretts ein Doppelfach zur Aufnahme der Zubehörstücke und Werkzeuge befindet.

Der kleine Feldtelegraphenapparat.

2. Der kleine Feldtelegraphenapparat (Fig. 186). Er ist, entsprechend seinem Zwecke als Apparat für die in der Nähe des Feindes operierenden Truppen, in seinen drei Hauptteilen — Farbschreiber, Galvanoskop und Taste — kleiner und leichter gebaut, als der grosse Feldtelegraphenapparat.

Der Schreibhebel kann auf Arbeits- und Ruhestrom eingestellt werden. Die Taste besteht aus zwei Teilen, deren vorderer Teil mit Knopf in die Höhe geklappt werden kann und sich beim Transport innerhalb des an einem Lederriemen tragbaren Kastens (Fig. 187) befindet. Die beiden, an der linken Seite des Kastens heraustretenden Stifte mit Knopf dienen dazu, das

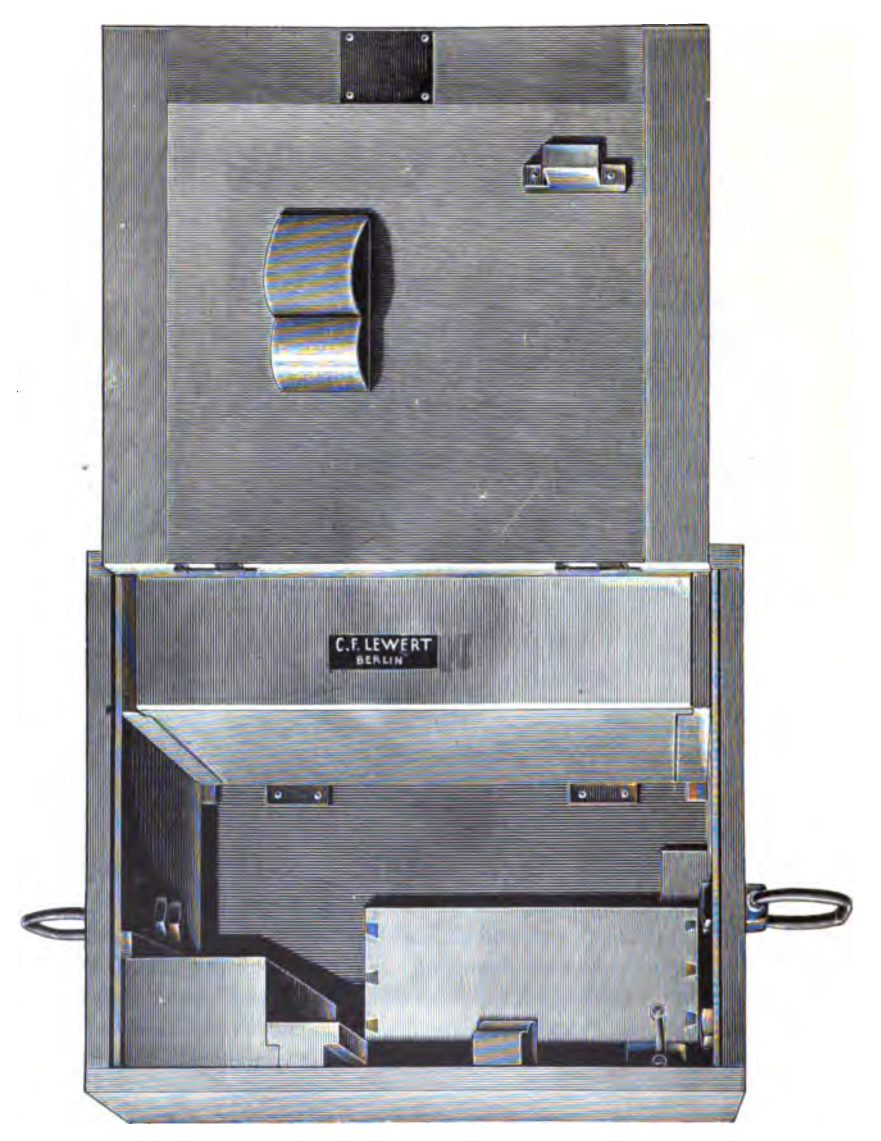


Fig. 185.

Laufwerk in Gang zu setzen, bez. die Nadel des Galvanoskops für den Transport festzustellen.

Der Vorteil dieses Apparats besteht ausser in seiner Handlichkeit darin, dass mit ihm jederzeit sofort telegraphiert werden kann, ohne dass der Transportkasten geöffnet zu werden braucht, da alle in Betracht kommenden Apparatteile, wie Taste, Handgriff der Triebfeder, Hemmvorrichtung und



Fig. 186.



Fig. 187.

Leitungsklemmen, von aussen bequem zugänglich sind. Auch ist das Galvanoskop bei geschlossenem Transportkasten von aussen sichtbar.

Ein Nachteil des Apparates ist, dass die Farbe für die Zeichengebung auf die mit Filz bedeckte Farbrolle mittelst eines Pinsels aufgetragen wird, und dass dies recht oft geschehen muss.



Fig. 188.

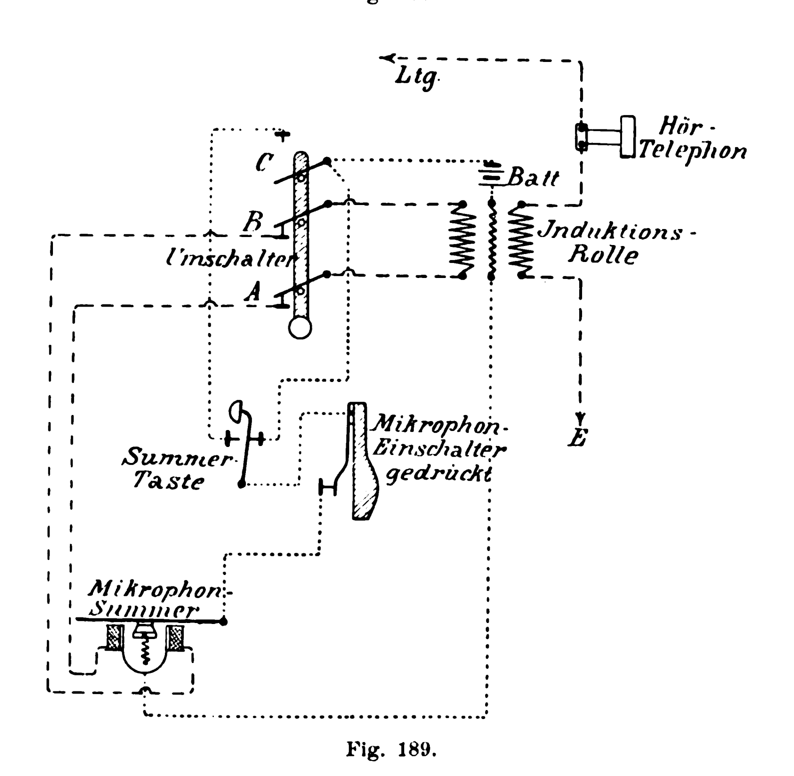


Fig. 189.

Der Patrouillen-apparat.

3. Der Patrouillenapparat (Fig. 188). Der vorstehend beschriebene Apparat ist von der Firma SIEMENS & HALSKE für die japanische Armee sowie für die Nachrichtenexpedition des deutschen Flottenvereins in China gebaut worden.

Er besteht aus einem oben und unten durch ein Horngummistück abgeschlossenen Rohre, an welchem oben ein Telephon festgeschraubt und unten ein Mikrophon, welches gleichzeitig als Summer ausgebildet ist, mittelst eines Gelenkes befestigt wird. Das Rohr dient zur Aufnahme der Summertaste, der Mikrophontaste und eines Umschalters.

Aus entsprechenden Öffnungen des Rohres ragen ausser einem schwarzen Hebel, der als Einschalter dient, ein weisser Knopf (Summertaste) und ein vernickelter Knopf (Umschalter) nach aussen hervor.

Beim Gebrauch des Apparats wird der schwarze Hebel niedergedrückt und dadurch die Leitung eingeschaltet. Hierauf wird durch Niederdrücken des weissen Knopfes der Summer bethätigt.

Fig. 189 giebt das Schaltungsschema bei der Benutzung des Patrouillenapparats zum Telegraphieren mit Summerzeichen. Bei der Verwendung als Fernsprecher ist der vernickelte Knopf nach oben zu schieben; es werden dann im Umschalter die Kontakte bei *A* und *B* geöffnet, dagegen bei *C* geschlossen. Der Hebel der Summertaste ist losgelassen und liegt daher am linksseitigen Kontakte.

IV. Mehrfachtelegraphie.

Den in der automatischen Schnelltelegraphie verfolgten Zweck, die Leistungsfähigkeit einer Telegraphenleitung wesentlich zu erhöhen, hat man auch in anderer Weise durch Methoden zu erreichen gesucht, welche die gleichzeitige Beförderung von zwei oder mehr Telegrammen auf einem Drahte gestatten. Es lässt sich dies auf doppelte Art ermöglichen. Die Einrichtung kann entweder so getroffen werden, dass zwei oder mehr Apparate bei jedem Amte dauernd mit der Leitung verbunden sind, und dass je zwei korrespondierende Apparate, zeitlich unabhängig von den übrigen, nach Belieben miteinander arbeiten (gleichzeitige Mehrfachtelegraphie). Oder die Leitung wird auf beiden Ämtern durch zwei synchron laufende Verteiler im regelmässigen Wechsel vorübergehend mit den einzelnen Apparatsätzen verbunden; auf jedem Apparat ist ein Telegramm in Arbeit, und die Apparate befördern der Reihe nach je ein Zeichen während eines Verteilerumlaufs (wechselzeitige oder absatzweise Mehrfachtelegraphie).

A. Gleichzeitige Mehrfachtelegraphie.

Je nach Anzahl und Richtung der gleichzeitig zu befördernden Telegramme unterscheidet man:

a) das Gegensprechen (Duplextelegraphie), wobei zwei Telegramme in entgegengesetzter Richtung übermittelt werden,

b) das Doppelsprechen (Diplextelegraphie), bestehend in der gleichzeitigen Beförderung von zwei Telegrammen in derselben Richtung,

c) das Doppelgegensprechen (Quadruplextelegraphie), welches zwei Telegramme in der einen und zugleich zwei Telegramme in der anderen Richtung zu befördern gestattet.

Als Geber und Empfänger dienen hierbei die gebräuchlichen Apparatsysteme: Klopfer, Morseschreiber, Hughes, Heberschreiber, als Betriebskraft Batterieströme. Eine andere Lösung des Problems beruht auf der Verwendung von Induktionswechselströmen verschiedener Periodenzahl und von Telephonen, die nur auf eine bestimmte Tonhöhe ansprechen. Wir bezeichnen diese Methode als

d) Stimmgabeltelegraphie, da die gewünschten Periodenzahlen durch Stimmgabeln erzeugt werden; es können auf diesem Wege zahlreiche Telegramme gleichzeitig in beiden Richtungen befördert werden.

I. Das Gegensprechen.

Allgemeines. Die erste Gegensprechschaltung wurde von dem österreichischen Telegraphendirektor Gintl im Jahre 1853 angegeben. Sie besteht darin, dass jedes Amt ein Relais mit doppelter Wicklung, eine Doppeltaste und ausser der Linienbatterie eine Ausgleichsbatterie erhält. Sendet Amt *I*, so wird die Wirkung des abgehenden Stromes auf das stets in der Leitung liegende Relais dadurch unwirksam gemacht, dass die Taste gleichzeitig den Strom der Ausgleichsbatterie im entgegengesetzten Sinne durch die zweite Relaiswicklung hindurch schliesst. Das Relais in *I* spricht daher nur auf den von Amt *II* kommenden Strom an.

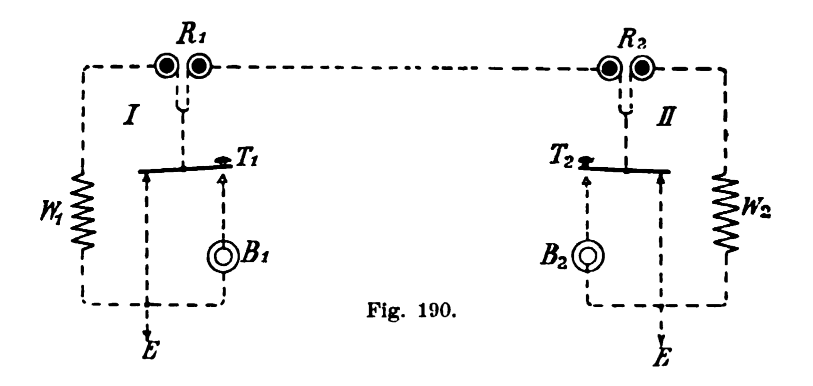


Fig. 190.

Einfacher und vollkommener ist die 1854 vom Telegrapheninspektor Frischen und gleichzeitig von Siemens & Halske in Berlin gefundene Differentialschaltung, welche Fig. 190 veranschaulicht. Sie erfordert auf jedem Amte ausser dem Relais mit Differentialwicklung nur eine Batterie, eine einfache Taste und einen Ausgleichswiderstand *W*. Letzterer ist so abzugleichen, dass das Relais beim Niederdrücken der eigenen Taste allein nicht anspricht, er muss also gleich dem Widerstande der Leitung + dem des fernen Amtes sein, denn in diesem Falle werden beide Relaiswicklungen von gleich starken aber entgegengesetzt gerichteten Strömen durchflossen. Der

ankommende Strom durchfliesst nur eine Relaiswicklung und bringt daher magnetische Wirkungen hervor, mag die Taste des empfangenden Amtes ruhen oder gedrückt sein.

Verbessert wurde die Differentialschaltung von dem Holländer VAES durch Einschaltung eines dem Batteriewiderstande gleichen Widerstandes in den am Ruhekontakte der Taste liegenden Erddraht und durch Anwendung einer Taste ohne Schwebelage (vgl. Fig. 192), hauptsächlich aber von dem Amerikaner STEARNS durch Parallelschaltung eines Kondensators zu dem Widerstande *W*, wodurch der Ausgleichsstromkreis, die „künstliche Leitung", auch in Bezug auf Kapazität der wirklichen Leitung gleich gemacht werden kann.

Eine andere Methode, den eigenen Empfänger der Wirkung des abgehenden Stromes zu entziehen, beruht auf dem Prinzip der Wheatstoneschen Brücke (Fig. 191). Man schaltet den Empfänger in die Galvanometerdiagonale und bildet eine Seite *c* des Brückenvierecks aus der Leitung, die an-

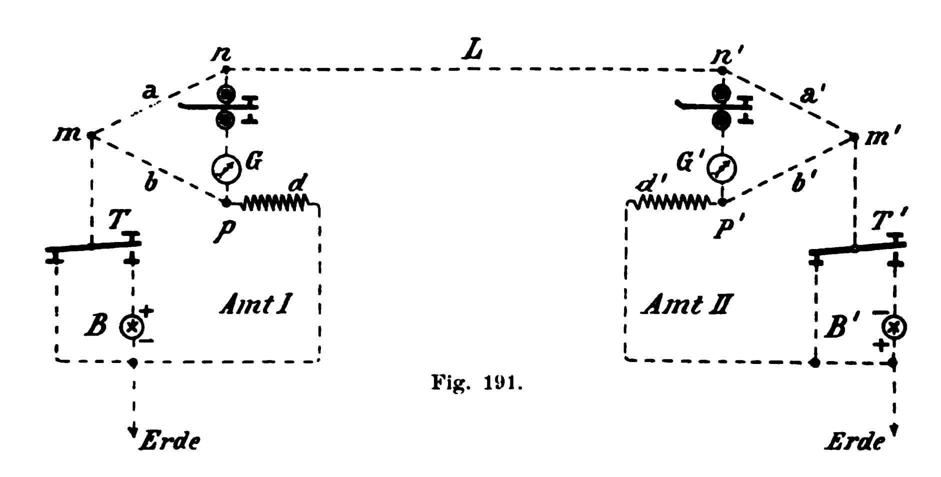


Fig. 191.

deren drei Seiten *a*, *b*, *d* aus künstlichen Widerständen; sind letztere so abgeglichen, dass $a \cdot d = b \cdot c$ ist, so bleibt der Empfänger von dem aus der Batteriediagonale kommenden Strome unbeeinflusst. Die Brücken-Gegensprechschaltung wurde zuerst von dem preussischen Telegraphenoberinspektor MARON im Jahre 1853 angewendet. Sie ist später ebenfalls von STEARNS durch Hinzufügung des Kondensators zu der Seite *d* verbessert und in die Praxis eingeführt worden. STEARNS liess übrigens bei beiden Schaltungen die Taste nicht direkt in die Leitung arbeiten, sondern zunächst ein Relais im Ortsstromkreise schliessen, dessen Ankerhebel den Strom der Linienbatterie entsandte.

Theoretisch interessant ist die Doppelbrückenmethode von SCHWENDLER (1874). Wie *np* (Fig. 191) für den abgehenden, so bildet nämlich *mp* die Brücke für den ankommenden Strom und wird von diesem nicht durchflossen, wenn man in den Erddraht der Taste einen dem Batteriewiderstande *w* gleichen Widerstand einschaltet und die Seiten *a* und *d* so reguliert, dass $a \cdot d = r \cdot w$ ist, wo *r* den Widerstand von *np* bezeichnet. Das Gleichgewicht für den abgehenden Strom lässt sich dann durch Vergrössern oder Verkleinern von *b* herstellen und ebenso jede später durch den Zustand der Leitung bedingte Änderung der Abgleichung, ohne dass dadurch die Ab-

gleichung des fernen Amtes im geringsten beeinflusst wird. Soll ferner der Teil des abgehenden Stromes, welcher im fernen Amte durch den Empfänger fliesst, ein Maximum werden, so muss $w = r = a = d =$ dem halben Leitungswiderstande sein. — Der Vorteil dieser Anordnung, dass eine Änderung von b die Abgleichung des fernen Amtes nicht stört, ist jedoch für die Praxis nicht von Belang, da bei Eintritt von Änderungen im elektrischen Zustande der Leitung doch beide Ämter neu abgleichen müssen. Man zieht es daher vor, $b = a$ und $d = c$ zu machen und nötigenfalls die Seite d, welche auch in Bezug auf Kapazität und Selbstinduktion mit der Leitung übereinstimmen muss, zu ändern.

Differential- und Brückenschaltung sind die wichtigsten und zur Zeit fast ausschliesslich gebräuchlichen Gegensprechmethoden. Von den übrigen bekannten Methoden seien die in der Reichstelegraphie vorübergehend in Gebrauch gewesenen Schaltungen von Fuchs und Canter angeführt. Sie sind in Fig. 192 u. 193 dargestellt.

In der Schaltung von Fuchs (Fig. 192) durchfliesst der abgehende Strom nur die eine Rolle des Relais und vermag bei entsprechender Span-

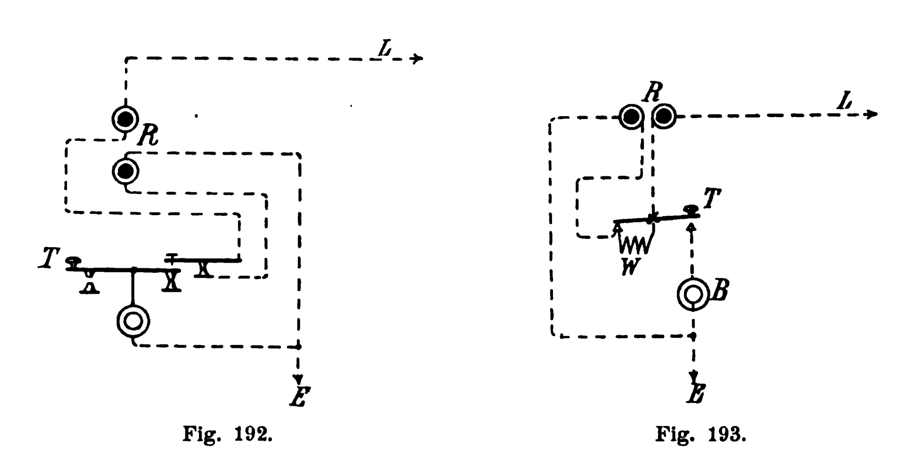


Fig. 192. Fig. 193.

nung der Abreissfeder den zur Ankeranziehung nötigen Magnetismus nicht zu erzeugen; nur der ankommende Strom bewirkt Ankeranziehung, weil er entweder beide Rollen durchfliesst oder, bei gedrückter Taste, den abgehenden Strom in der einen Rolle verstärkt. Die Taste macht beim Niederdrücken Kontakt mit dem einarmigen Hülfshebel, indem sie diesen zugleich von seinem Ruhekontakt abhebt. Die Schaltung von Canter (Fig. 193) ist ohne weiteres verständlich, wenn bemerkt wird, dass der abgehende Strom die beiden Rollen des Relais in gleicher Stärke, aber entgegengesetzter Richtung durchfliesst.

Wir wollen nunmehr auf die in Gebrauch stehenden Gegensprechmethoden näher eingehen.

In der Reichstelegraphie wird die Brückenschaltung für oberirdische und kurze unterirdische Leitungen (sowie in etwas veränderter Form für lange Seekabel) und die Differentialschaltung für längere unterirdische Leitungen benutzt. Als Geber und Empfänger dienen in der Regel Hughesapparate, es können jedoch ohne weiteres auch Morseapparate benutzt werden; auf den langen Seekabeln findet der Heberschreiber Verwendung.

Die Brücken-Gegensprechschaltung.

Die Brücken-Gegensprechschaltung. Die vier Seiten des Wheatstoneschen Vierecks sind beim Amte I (vgl. Fig. 191): *mn* und *mp* mit den Widerständen *a* und *b*, ferner der Leitungsweg von *n* zum Amte II und durch dessen Apparate zur Erde (der Widerstand sei *c*) sowie von *p* durch den Widerstand *d* zur Erde. Sind diese Widerstände so abgeglichen, dass $a \cdot d = b \cdot c$ ist, so fliesst beim Niederdrücken der Taste *T* kein Strom durch die Brücke *np* und der eigene Empfangsapparat bleibt in Ruhe. Ebenso wenig spricht im Amte II, wo dieselbe Anordnung getroffen ist, der Empfangsapparat an, wenn daselbst die Taste *T'* gedrückt wird. Der im Amte II ankommende Strom teilt sich bei *n'*; ein Teil fliesst über den Brückenarm *n'm'* und die Taste *T'* zur Erde, der andere Teil durchläuft, den Empfangsapparat in Thätigkeit setzend, die Brückendiagonale *n'p'* und findet von *p'* aus teils über *m'*, teils über *d'* Erde. Ähnlich verläuft im Amte I der von II ankommende Strom, nur hat dieser entsprechend der Schaltung der Batterie *B'* die umgekehrte Richtung: er fliesst aus der Erde von I über die Punkte *m* und *p* nach *n* und weiter nach II. Der Empfangsapparat spricht also bei jedem Amte nur auf den ankommenden, nicht auf den abgehenden Strom an.

Hieran ändert sich nichts, wenn gleichzeitig von beiden Ämtern Strom gesandt wird. Da in I der positive, in II der negative Batteriepol an Leitung liegt, so wirkt bei gleichzeitigem Niederdrücken beider Tasten eine doppelt so grosse EMK, der Strom ist daher in der Leitung *L* zwischen den Punkten *n* und *n'*, wo keine Verzweigung stattfindet, doppelt so stark. Infolge dessen fliesst durch beide Empfangsapparate Strom und zwar in II in der Richtung von *n'* nach *p'*, bei Amt I in der Richtung von *p* nach *n*. Man kann sich die Sache am einfachsten so vorstellen, als ob die von beiden Batterien gelieferten Stromteile nebeneinander und unabhängig voneinander verliefen und wirkten. Auf den Empfänger in I wirkt immer nur ein bestimmter Teil des von der Batterie *B'* erzeugten Stromes, gleichgültig ob die Batterie *B* Strom sendet oder nicht, und ähnlich verhält es sich hinsichtlich des Empfängers in II.

Die Brückenarme *a* und *b* werden in der Regel einander gleich, und zwar = 1000 Ohm gemacht; es muss alsdann der künstliche Widerstand *d* gleich dem Widerstande der Leitung + dem kombinierten Widerstande der die Apparate enthaltenden Leitungsverzweigung auf dem fernen Amte sein.

Es genügt indes nicht, den Widerstand *d* aus einem einfachen Rheostaten zu bilden. Die Brückenseite *d* muss der Seite *c* in ihren elektrischen Eigenschaften genau entsprechen. Dazu gehört, dass ausser dem Widerstand auch das Ladungsvermögen und die Selbstinduktion beider Seiten gleich sind. Wären nur die Widerstände gleich gemacht, so würde die Diagonale *np* zwar bei dauerndem Tastendrucke stromlos sein, nicht aber beim Telegraphieren, d. h. beim Schliessen und Öffnen des Stromes. Denn da bei jedem Stromschluss ein Ladungsstrom in die Leitung fliesst, so wäre im ersten Augenblicke der Strom im Brückenarme *mn* stärker als in *mp*, und es würde ein kurzer Stromstoss durch die Diagonale *np* in der Richtung von *p* nach *n* gehen; dasselbe würde bei jeder Stromunterbrechung infolge Entladung der Leitung, wobei der Strom indes die umgekehrte Richtung hat, geschehen. In ähnlicher Weise wirkt die Selbstinduktion der Leitung, die das Ansteigen des Stromes verzögert.

Die Brückenseite *d* ist daher in der in Fig. 194 veranschaulichten Weise zu einer künstlichen Leitung *L'* ausgebildet. Diese besteht aus dem Kurbelrheostaten *R* und den ihm parallel geschalteten regulierbaren Kondensatoren C_1 C_2 C_3 mit den vorgeschalteten regulierbaren Verzögerungswiderständen R_1 R_2 R_3. C_3 und R_3 kommen nur bei langen unterirdischen Leitungen zur Verwendung. Die künstliche Leitung ist so abzugleichen, dass der vom eigenen Amte in sie gesandte Strom den nämlichen zeitlichen Verlauf besitzt, wie der in die wirkliche Leitung fliessende Strom. Beim Abgleichen verfährt man wie folgt. Auf dem eigenen Amte wird d a u e r n d Taste gedrückt

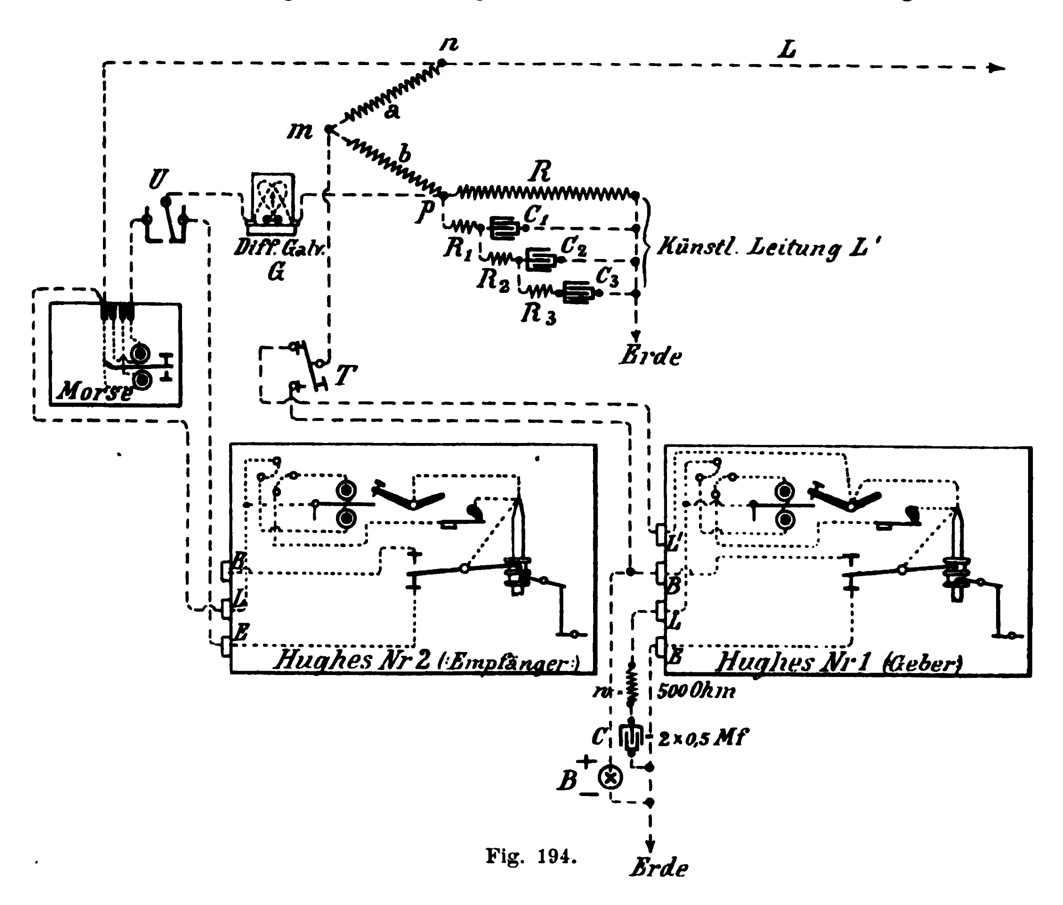


Fig. 194.

und der Rheostat *R* so lange reguliert, bis die Nadel des in die Diagonale *np* eingeschalteten empfindlichen Galvanoskops *G* auf Null steht; die künstliche Leitung des zweiten Amtes muss dabei den Ausgleichswert schon annähernd besitzen. Darauf giebt man mit der Taste M o r s e s t r i c h e. Das Galvanoskop zeigt durch die Richtung des Ausschlags an, ob bei Beginn jedes Striches Strom von *n* nach *p* oder umgekehrt fliesst (bei dauerndem Tastendrucke fliesst z. B. Strom von *p* nach *n*, wenn der abgeglichene Widerstand *R* vorübergehend erhöht wird). Geht Strom von *p* nach *n*, so nimmt der Kondensator C_1 zu wenig Strom auf; es ist daher seine Kapazität zu erhöhen oder der zugehörige Verzögerungswiderstand R_1 kleiner zu machen. Das Umgekehrte ist nötig, wenn Strom von *n* nach *p* fliesst. Schlägt die Galvanoskopnadel im ersten Augenblicke nach der einen, im zweiten nach

der anderen Seite aus, so sind auch C_2 und R_2 entsprechend zu regulieren. Für die Ausschläge am Ende der Morsestriche kommen die umgekehrten Berichtigungen in Betracht. Die Abgleichung wird schliesslich in derselben Weise auch für Morsepunkte bewirkt. Sie ist vollendet, wenn die Galvanoskopnadel beim Geben von Strichen wie Punkten gar keine oder nur ganz geringe Zuckungen zeigt, und wenn der Morseschreiber auch bei feinster Einstellung die Zeichen der eigenen Taste nicht mehr wiedergiebt. Nach dem Amte I hat das Amt II die Abgleichung ebenso auszuführen. Eine Prüfung und Berichtigung der Abgleichung muss jeden Morgen erfolgen und ausserdem dann, wenn bemerkt wird, dass die Galvanoskopnadel unter dem Einflusse der abgehenden Ströme zuckt.

Fig. 194 zeigt weiter die Verbindung der Apparate eines Amtes bei der Brücken-Gegensprechschaltung für Hughesbetrieb. In die Brückendiagonale *np* kann mittelst des Umschalters *U* entweder der Morseapparat (mit parallel geschalteten Rollen) oder der empfangende Hughesapparat gelegt werden; das ferner eingefügte Differentialgalvanoskop besitzt zwei, hier hintereinander geschaltete Wicklungen von gleichem Widerstand und gleicher Windungszahl. In der anderen Brückendiagonale zwischen *m* und Erde liegt eine Morsetaste *T* (zum Abgleichen) und der gebende Hughes. Letzterer hat eine besondere Klemme *L'*, die mit dem Körper des Apparats verbunden ist und die Stromabgabe nach dem Scheitel *m* der Brücke vermittelt. Die Auslösung des gebenden Hughes, falls dieser nicht für mechanische Auslösung eingerichtet ist, erfolgt durch einen sehr kurzen Zweigstrom, der über die isolierte Feder zum Elektromagnet und weiter über den Stromwender und die Klemme *L* durch einen Widerstand von 500 Ohm hindurch in einen Kondensator fliesst, dessen andere Belegung an Erde liegt. In diesem Kondensator sind in der Regel 1 *Mf.*, jedoch bei Batteriespannungen von mehr als 120 Volt nur 0,5 *Mf.* zu stöpseln. Der abgehende, zum Brückenscheitel *m* fliessende Hauptstrom teilt sich dort in zwei Hälften: die eine geht über *p* in die künstliche, die andere Hälfte über *n* in die wirkliche Leitung zum fernen Amte. Der vom fernen Amte ankommende Strom verzweigt sich in *n*: ein Teil geht durch *a* unmittelbar nach *m*, der andere Teil durch den Empfangshughes (Klemme *L*, Stromwender, Elektromagnet, Stromwender, isolierte Feder, Kontakthebel, Klemme *E*), den Umschalter, das Galvanoskop und den Brückenarm *b* nach *m*; von hier gehen beide Teile über die Taste *T* und den Hughesgeber (Klemme *L'*, Körper, Kontakthebel, Klemme *E* bez. Klemme *B* und Batterie) zur Erde. (Ein geringer Stromteil fliesst von *p* durch die künstliche Leitung zur Erde). Der während der Schwebelage des Kontakthebels über die isolierte Feder und durch den Elektromagnet zum Kondensator fliessende kurze Strom bringt wegen seiner Richtung keine Auslösung zu stande.

Zum Gegensprechbetriebe werden ausschliesslich Sammlerbatterien verwendet. Die erforderliche Spannung *V* berechnet sich bei Brückenarmen von 1000 Ohm aus der Formel $V = 50 + \frac{L}{35}$ Volt, wo *L* den Widerstand der Leitung (ohne Apparate) bedeutet, oder der Formel $V = 30 + \frac{R}{35}$ Volt, wo *R* der im Kurbelleitungsrheostaten eingeschaltete Wert ist. Bei starkem Nebenschluss ist eine höhere Spannung zu wählen. Die Spannungsabzweigung der Batterie darf zur Speisung anderer Leitungen nicht benutzt werden.

Auf längeren Seekabeln dient zum Gegensprechbetrieb eine etwas veränderte Brückenschaltung, die sogenannte HARWOODsche Schaltung. Diese unterscheidet sich von der eben erläuterten im wesentlichen dadurch, dass Empfänger und Geber vertauscht sind, dass also der Empfänger am Brückenscheitel und der Geber in der Diagonale *np* liegt; sie bietet den Vorteil, dass fast der gesamte ankommende Strom durch den Empfänger geht. Die Schaltung ist im Zusammenhange mit dem Heberschreiber näher erläutert.

Die Differential-Gegensprechschaltung.

Die Differential-Gegensprechschaltung. Sie besteht darin, dass der abgehende Strom sich in zwei Hälften spaltet, welche die beiden genau gleichen Drahtwicklungen eines Differentialrelais in entgegengesetzten Richtungen durchfliessen und es daher nicht magnetisch beeinflussen, während der ankommende Strom nur eine Wicklung oder beide in derselben Richtung durchläuft und daher magnetisierend wirkt. Die Schaltung ist in Fig. 195 schematisch dargestellt.

Wird beim Amte I Taste gedrückt, so fliesst der Strom der Batterie LB_1 zum Relais ϱ_1 und verzweigt sich: ein Teil geht durch die Wicklung 1 vom

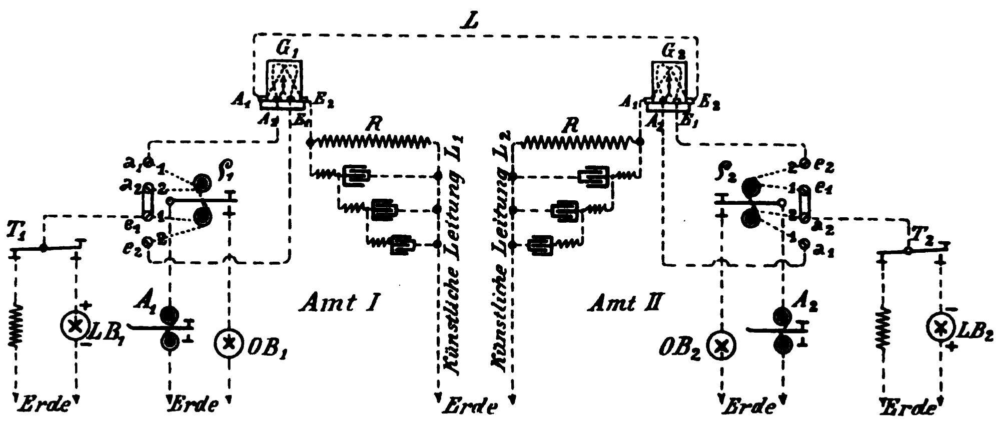


Fig. 195.

Ende e_1 nach dem Anfang a_1, der andere Teil durch die Wicklung 2 vom Anfang a_2 nach dem Ende e_2. Von a_1 führt der Stromweg weiter durch das Differentialgalvanoskop G_1 (Wicklung $A_2 E_2$) in die künstliche Leitung L_1, von e_2 dagegen durch das Galvanoskop (Wicklung $E_1 A_1$) in die Leitung L zum Amte II. Die künstliche Leitung ist so abgeglichen, dass sie sich in elektrischer Beziehung genau so verhält wie die wirkliche Leitung zuzüglich des Stromwegs im zweiten Amte. Da ferner die beiden Wicklungen sowohl im Relais wie im Galvanoskop in Bezug auf Windungszahl und Widerstand genau übereinstimmen, so müssen die von a_2 e_1 ausgehenden beiden Stromteile gleich sein; sie üben daher weder auf das Relais noch auf das Galvanoskop einen magnetischen Einfluss aus.

Der im Amte I von II ankommende Strom durchläuft die Wicklung A_1 E_1 des Galvanoskops sowie die Wicklung e_2 a_2 des Relais und fliesst über die Taste T_1 zur Erde. Relais und Galvanoskop sprechen auf diesen Strom an. In die Erdleitung muss ein dem Batteriewiderstande gleicher Widerstand eingeschaltet sein.

Wird auf beiden Ämtern gleichzeitig Taste gedrückt, so verdoppelt sich die EMK und damit die Stromstärke. Es wirkt jedoch auch dann auf Relais und Galvanoskop jedes Amtes nur der vom fernen Amte kommende Stromteil, nicht der von der eigenen Batterie erzeugte Strom. Die Zeichengebung des einen Amtes wird also durch die des anderen Amtes nicht beeinträchtigt. Bei Tastendruck in I fliesst der ankommende Strom natürlich durch die Batterie zur Erde; in den kurzen Augenblicken des Schwebens der Taste geht er von a_2 durch die Wicklung e_1 a_1 des Relais und die Wicklung A_2 E_2 des Galvanoskops in die künstliche Leitung, wobei seine Stärke

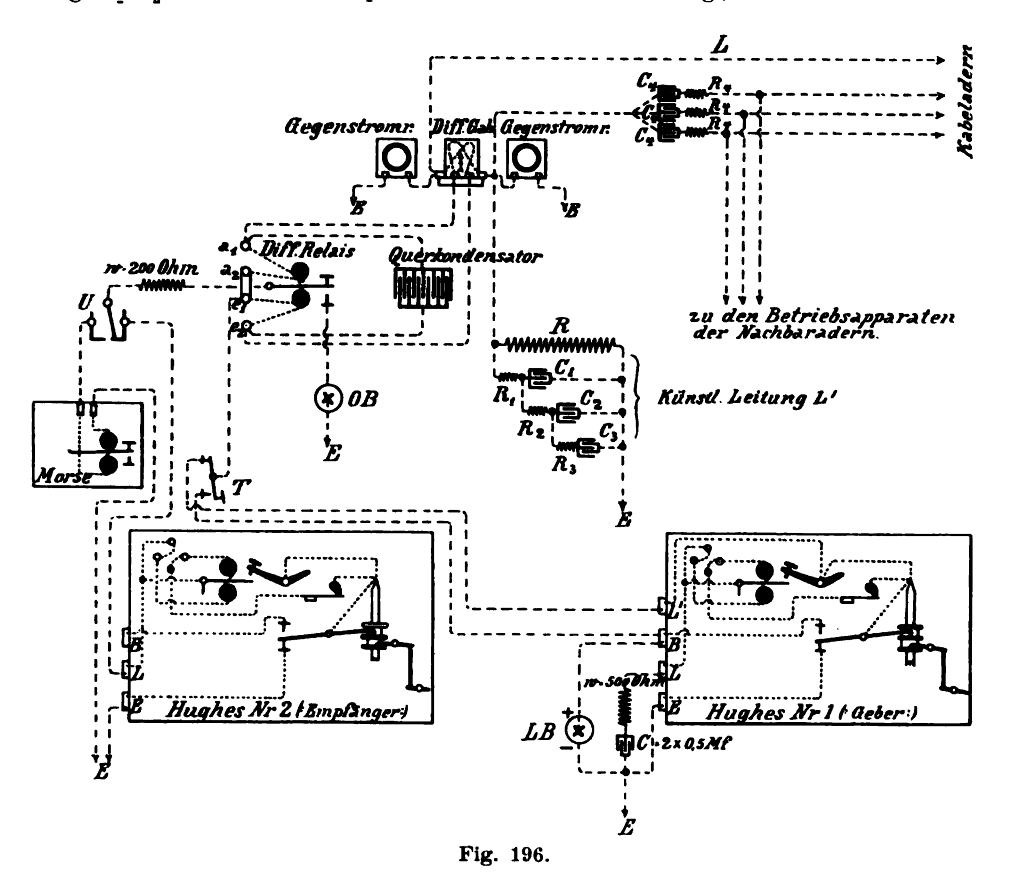


Fig. 196.

zwar auf die Hälfte sinkt, seine magnetische Wirkung aber wegen der zu durchlaufenden doppelten Windungszahl unverändert bleibt.

Durch die Bewegungen der Relaishebel werden die in Ortsstromkreisen liegenden Empfänger A_1 und A_2 bethätigt.

Fig. 196 zeigt die vollständige Schaltung eines Endamts mit Hughes-Gegensprechbetrieb nach der Differentialmethode.

Als Differentialrelais dient das sehr empfindliche polarisierte Relais mit Flügelanker, dessen Klemmen a_2 und e_1 durch eine Messingschiene verbunden werden.

Das Differential-Galvanoskop hat folgende Einrichtung. In einem hölzernen Gehäuse sitzt an der Rückwand ein Messingkreuz, an welches zwei Spulen von Messing angeschraubt sind. Auf die Spulen sind ebenso, wie

bei einem Differential-Galvanometer, zwei umsponnene Kupferdrähte unmittelbar nebeneinander liegend in 500 Windungen aufgewickelt. Jeder Draht hat 86 Ohm Widerstand. Die Drahtenden stehen mit den Zuführungsklemmen A_1 A_2 E_1 E_2 in Verbindung. Vor den hochgestellten Spulen sitzt, durch zwei wagerechte Arme an dem Messingkreuze befestigt, eine runde versilberte Messingscheibe mit Gradteilung, die durch eine runde Glasscheibe in der Vorderwand des Gehäuses sichtbar ist. Durch die Mitte der Messingscheibe und durch die Spulen geht eine wagerechte Achse. Diese trägt vorn einen leichten, geschwärzten Zeiger und im Hohlraume der Spulen einen sehr leichten Magnet. Letzterer hat die Form einer Haarnadel und sitzt mit dem Buge auf der Achse. Er wird durch zwei unterhalb der Spulen senkrecht angeordnete Stabmagnete kräftig magnetisiert. Der Ausschlag des Zeigers wird durch zwei auf der Messingscheibe seitlich angebrachte Blattfedern begrenzt.

Der Hughesgeber ist ebenso geschaltet wie bei der Brückenmethode. Der Hughesempfänger liegt im Ortsstromkreise des Relais und kann mittelst des Umschalters U durch einen Morseapparat ersetzt werden; Zweck des Widerstandes von 200 Ohm ist, einen Kurzschluss der Ortsbatterie nach Auslösung des Hughes zu verhüten. Das Abgleichen der künstlichen Leitung erfolgt in derselben Weise wie bei der Brückenschaltung. Der zwischen die Klemmen a_1 e_2 des Relais geschaltete Querkondensator kommt bei langen Kabelleitungen zur Verwendung und soll die noch vorhandenen geringen Ungleichheiten zwischen den Eigenschaften der wirklichen und der künstlichen Leitung ausgleichen. Die beiden Gegenstrom- oder Induktanzrollen haben den Zweck, nach jedem Zeichen die Entladung der wirklichen und der künstlichen Leitung zu beschleunigen. Bei langen Kabelleitungen ist es ferner notwendig, den störenden Einfluss der seitlichen Induktion aus den Nachbaradern zu beseitigen. Dies geschieht durch den Anschluss eines Kondensators C_4 mit vorgeschaltetem Widerstande R_4 an jede Nachbarader, wobei die zweiten Belegungen der Kondensatoren sämtlich mit der künstlichen Leitung verbunden werden. Die Wirkung ist folgende. Ein in die Nachbarader gesandter Strom erzeugt in der duplex betriebenen Leitung einen Induktionsstrom und zugleich, da er den Kondensator C_4 ladet, einen von C_4 nach dem Galvanoskope fliessenden Ladungsstrom; beide Ströme heben sich in ihrer Wirkung auf Relais und Galvanoskop auf.

Zum Schutze der Kondensatoren gegen Beschädigung durch atmosphärische Elektrizität müssen in Leitungen, die nach der Differentialmethode geschaltet oder an welche Kondensatoren zur Beseitigung der Seiteninduktion angeschlossen sind, neben den Plattenblitzableitern noch Spindelblitzableiter eingeschaltet werden.

Gegensprech-übertragung.

Gegensprechübertragung. Übertragungen in Gegensprechleitungen werden nach der Differentialschaltung angelegt. Eine solche Übertragung ergiebt sich, wenn man sich in der Fig. 196 nach Wegnahme der Hughesapparate, des Morse, der Taste und des Umschalters einen zweiten gleichen Apparatsatz für den weitergehenden Leitungszweig hinzugefügt denkt, jeden Relaishebel mit den Klemmen a_2 e_1 des anderen Relais verbindet und die Ruhekontakte der Relais über einen dem Batteriewiderstande gleichen Widerstand an Erde legt. Jedes Relais giebt alsdann die auf ihm ankommenden Zeichen nach dem mit seinem Hebel verbundenen anderen Leitungszweige weiter.

Das Übertragungsamt muss in der Lage sein, zum Abgleichen der künstlichen Leitung Trennstellung zu nehmen und dabei nach beiden Seiten auf Morse zu antworten, ferner bei Durchsprechstellung zwei Kontrolhughesapparate zum Mitlesen einzuschalten und etwaige durchgehende Morseschrift mitzulesen. Die hierzu erforderlichen Apparate werden durch Umschalter mit der Übertragung verbunden. Beim Mitlesen wird der Morse durch einen Zweigstrom der weitergebenden Linienbatterie, der Hughes durch eine vom Morsehebel geschlossene Ortsbatterie in Thätigkeit gesetzt.

2. Das Doppelsprechen.

In einer Schaltung zur gleichzeitigen Beförderung von zwei Telegrammen in derselben Richtung muss die Leitung dauernd sowohl mit beiden Gebern des Amtes I als mit beiden Empfängern des Amtes II verbunden sein. Die Einrichtung ist so zu treffen, dass beim Niederdrücken

der Taste 1 nur der Empfänger 1,
" " 2 " " " 2,

der Taste 1 und 2 aber beide Empfänger ansprechen. Schaltungen zum Doppelsprechen sind seit 1855 insbesondere von Gintl, Stark, Siemens, Bosscha, Kramer und Edison angegeben worden.

Stark suchte das Ziel durch Verwendung von drei verschiedenen Stromstärken zu erreichen. Taste 1 allein entsendet den Strom i, Taste 2 allein den Strom $2i$, beide Tasten zusammen den Strom $3i$. Von den beiden hintereinander geschalteten Empfangsrelais spricht Nummer 2 infolge stärkerer Spannung der Abreissfeder nur auf die Stromstärken $2i$ und $3i$ an und setzt dabei den Morse 2 in Thätigkeit. Das den Morse 1 bethätigende Relais 1 spricht dagegen nur auf die Stromstärken i und $3i$ an, während die Wirkung des Stromes $2i$ durch einen seine zweite Wicklung durchfliessenden, vom Relais 2 geschlossenen Lokalstrom gleicher Stärke aufgehoben wird.

Die Schaltung von Kramer braucht als Empfänger drei hintereinander geschaltete Relais. Taste 1 allein sendet den Strom $-i$, Taste 2 allein den Strom $+2i$, beide Tasten zusammen den Strom $-i+2i=+i$. Das Relais 1 spricht nur auf negative, Relais 3 nur auf positive, und Relais 2 wegen stärkerer Federspannung nur auf Ströme von der Stärke $2i$ an. Der Strom $-i$ von der Taste 1 wirkt nur auf das erste Relais, was das Ansprechen des Morse 1 zur Folge hat; der Strom $+2i$ von der Taste 2 bethätigt die Relais 2 und 3 und dadurch von Morse 2. Auf den Strom $+i$ von beiden Tasten endlich spricht nur das Relais 3 an und setzt beide Morse in Thätigkeit: den zweiten durch Schliessung seiner Ortsbatterie, den ersten durch Unterbrechung des zugehörigen, in der Ruhe über die drei Relaishebel hinweg geschlossenen Ortsstromkreises.

Am besten und einfachsten ist die Diplexschaltung von Edison (1874), deren Prinzip Fig. 197 zeigt.

Im Ruhezustande fliesst der Strom $+i$ in der Leitung. Durch Niederdrücken der Doppeltaste T_1 allein wird die Stromrichtung umgekehrt, also der Strom $-i$ in die Leitung gesandt. Im empfangenden Amte wirkt dieser Strom, ebenso wie $+i$, nur auf das polarisierte Relais, das sonach die mittelst der Taste T_1 gegebenen Zeichen auf den im Ortsstromkreise liegenden

Morse 1 überträgt. Wird die Taste T_2 allein gedrückt, so steigt die Stromstärke in der Leitung von $+i$ auf $+2i$. Auf den stärkereu Strom spricht das neutrale Relais an und bethätigt zugleich den Morse 2, während die Ankerzunge des polarisierten Relais am Ruhekontakte liegen bleibt. Werden beide Tasten gleichzeitig niedergedrückt, so fliesst der Strom $-2i$ in die Leitung, auf welchen sowohl das polarisierte als das neutrale Relais anspricht. Die Zeichengebung auf der einen Taste wird also durch das Arbeiten mit der anderen nicht gestört; denn die erste Taste arbeitet mit Stromumkehrung, die zweite mit Stromverstärkung, und demgemäss spricht das erste Relais nur bei Stromumkehrung, das zweite nur bei Stromverstärkung an. Natürlich müssen die Tasten so konstruiert sein, dass beim Niederdrücken eine Schwebelage und damit ein Unterbrechen des Stromkreises nicht vorkommt. Auch dafür muss gesorgt sein, dass das neutrale Relais seinen Anker nicht abfallen lässt, wenn bei Umkehrung der Stromrichtung seine Kerne einen Augenblick den Magnetismus verlieren.

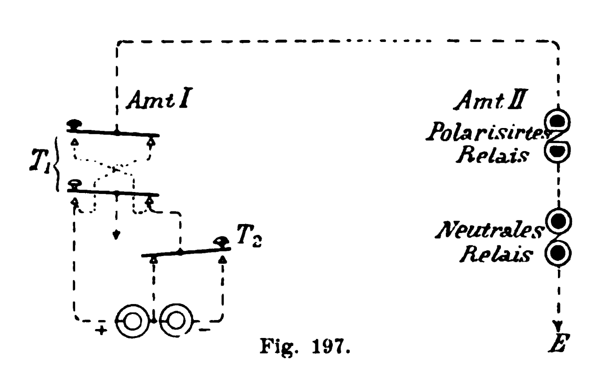


Fig. 197.

Im Betriebe findet die Doppelsprechschaltung nur selten Anwendung, da sie nicht gestattet, das gebende Amt zu unterbrechen. Dagegen wird sie in Verbindung mit Duplexmethoden zur Quadruplextelegraphie benutzt.

3. Das Doppelgegensprechen.

Wenn man bei zwei in Duplexschaltung verbundenen Ämtern den Geber durch die Doppelsprechgeber der Fig. 197, den Empfänger aber durch die beiden Relais derselben Figur ersetzt, so kann man von jedem Amte aus zwei Telegramme zu gleicher Zeit befördern. Von dieser Art der Leitungsausnutzung ist im praktischen Betriebe bisher hauptsächlich in England und Amerika Gebrauch gemacht worden. Dabei wird entweder die Methode von Edison und Prescott oder die von Gerritt Smith benutzt. Beide Methoden bedienen sich der Edisonschen Diplexschaltung, und zwar erstere in Verbindung mit der Brücken-, letztere in Verbindung mit der Differential-Gegensprechschaltung.

Fig. 198 zeigt das in England gebräuchliche Schaltungsschema. Die linke Seite des Systems ist die polarisierte oder A-Seite, die rechte dagegen die neutrale oder B-Seite.

1. Im Ruhezustande ist der positive Pol der kleinen Batterie B_1, deren negativer Pol über den Widerstand r_2, die Tasten T_b und T_a an Erde liegt, über die Taste T_a, den Umschalter Q und durch je eine Wicklung der Relais R_b, R_a und des Differentialgalvanoskops G hindurch mit der Leitung verbunden, sendet aber keinen Strom hinein, da beim fernen Amte derselbe Batteriepol an Leitung liegt. Dagegen fliesst der Strom der kleinen Batterie durch die zweiten Wicklungen der beiden Relais in der Richtung D—U und

weiter durch das Galvanoskop in die künstliche Leitung. Dieser Strom ist etwa zehn Milliampere stark und vermag den Anker des neutralen Relais R_b nicht vom Ruhekontakte loszureissen, hält aber den Anker des Relais R_a am Ruhekontakt fest.

2. Wird nun die Doppeltaste T_a niedergedrückt, so kehrt sich die Richtung der Batteriepole um, es fliesst daher im Leitungskreise (einschliesslich der zugehörigen Wicklungen beider Relais) ein Strom von 20 Ma. in der Richtung D—U, im Ausgleichskreise (von der Schiene DU des Relais R_b ab) ein solcher von 10 Ma. in der Richtung U—D. Auf die Relais wirkt die Differenz beider Stromstärken, also 10 Ma., in der Richtung D — U, wobei ein Ansprechen nicht stattfinden kann.

3. Drückt man nur die Taste T_b, so wird der Batterie B_1 die doppelt so starke Batterie B_2 hinzugeschaltet, und es fliesst ein Strom von 30 — 10

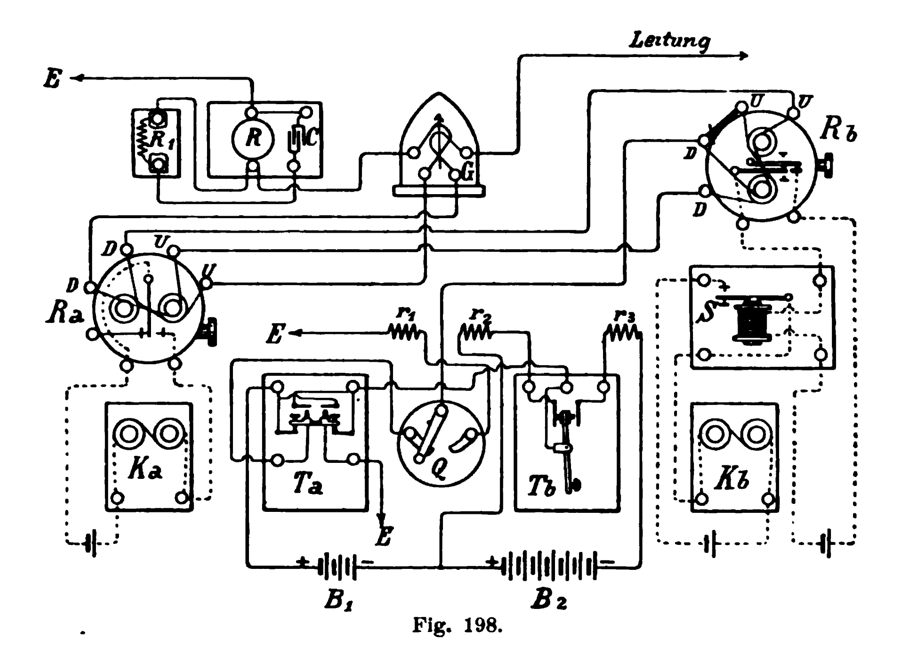


Fig. 198.

= 20 Ma. in den Leitungskreis, von 30 Ma. in den Ausgleichskreis. In den Relais wirkt wiederum eine Stromstärke von 30 — 20 = 10 Ma., und zwar in der Richtung D—U wie im Ruhezustande.

4. Gleichzeitiges Niederdrücken beider Tasten hat die Umkehr der Pole der Batterien $B_1 + B_2$ zur Folge, wobei die Stromstärke im Ausgleichskreise 30 Ma. bleibt, im Leitungskreise jedoch auf 40 Ma. steigt. Die Stromdifferenz von 10 Ma. wirkt im Relais R_a wie im Falle 2, nämlich in der Richtung D—U.

Wir haben somit festgestellt, dass beide Relais auf das Arbeiten der eigenen Tasten nicht ansprechen können. Prüfen wir nun die Wirkung der ankommenden Ströme bei ruhenden eigenen Tasten.

5. Beim fernen Amte wird Taste T_a gedrückt. Im Leitungskreise fliessen 20 Ma. in der Richtung U—D, im Ausgleichskreise 10 Ma. in der Richtung D—U. Wirksam sind also 10 Ma. in der Richtung U—D, und der Anker von R_a wird umgelegt. Beim Ansprechen setzt das Relais seinen im Ortsstromkreise liegenden Klopfer K_a in Thätigkeit.

6. Beim fernen Amte wird Taste T_b gedrückt. Im Leitungskreise fliessen 20 Ma. in der Richtung $D - U$, im Ausgleichskreise 10 Ma. in derselben Richtung. Diese 30 Ma. halten im polarisierten Relais R_a den Anker am Ruhekontakte fest, bringen aber das Relais R_b, die Kraft der Ankerfeder überwindend, zum Ansprechen. Bei diesem Relais hat man dem Ruhekontakt, der wegen der starken Federspannung sicherer ist als der Arbeitskontakt, das Schliessen des Ortsstromkreises übertragen; das Relais öffnet also beim Ansprechen einen Ruhestromkreis. In diesen ist ein Relais S (uprighting sounder) eingeschaltet, welches die Zeichen nach dem auf Arbeitsstrom ansprechenden Klopfer K_b weitergiebt.

7. Beim fernen Amte werden beide Tasten niedergedrückt. Im Leitungskreise fliessen dann 40 Ma. in der Richtung $U - D$, im Ausgleichskreise 10 Ma. in der Richtung $D - U$; zur Wirkung kommen 30 Ma. in der Richtung $U - D$, worauf beide Relais ansprechen.

Weitere neun Fälle ergeben sich, wenn gleichzeitig auf den Sendern des eigenen Amtes gearbeitet wird. Stellt man Stärke und Richtung der Ströme für jeden einzelnen Fall fest, so findet man, dass die Ergebnisse unter 5 bis 7 auch dann gelten, wenn eine oder beide Tasten des eigenen Amtes gedrückt sind, dass also die Relais nur auf den Tastendruck des fernen Amtes ansprechen.

Es seien beispielsweise alle vier Tasten zugleich niedergedrückt. Dann ist auf beiden Ämtern der Leitungskreis stromlos und im Ausgleichskreise fliessen 30 Ma. in der Richtung $U - D$ (da der —Pol an Leitung liegt). Alle vier Relais sprechen daher an.

Die beiden Tasten sind so konstruiert, dass der Hebel stets den einen oder den anderen Kontakt berührt, aber niemals schwebt. Dabei tritt allerdings bei jeder Auf- und Abwärtsbewegung für einen kleinen Moment ein Kurzschluss der Batterie ein. Die Widerstände r_2 und r_3 haben den Zweck, die Kurzschlüsse der Batterien unschädlich zu machen und die Funkenbildung beim Unterbrechen zu verringern. Durch den Umschalter Q können die Batterien abgeschaltet und der ihrem Widerstand entsprechende Drahtwiderstand r_1 an Leitung gelegt werden. Die Batterien werden aus Chromsäure-(Fuller) Elementen gebildet und so bemessen, dass B_1 10 bis 15 Ma., $B_1 + B_2$ aber 30 bis 45 Ma. Strom liefern.

Statt entgegengesetzt, können die Batterien beider Ämter auch im gleichen Sinne geschaltet werden, sodass im Ruhezustande ein Strom von etwa 20 Ma. in der Leitung fliesst. Es kann ferner die ganze Batterie auf die A-Seite gelegt und die Einrichtung so getroffen werden, dass die B-Taste beim Niederdrücken $^2/_3$ der Batterie abschaltet; die B-Seite arbeitet dann also mit Stromschwächung statt wie gewöhnlich mit Stromverstärkung. — Die Widerstände R und R_1 bilden nebst dem Kondensator C die künstliche Leitung.

4. Das Vielfach-Gegensprechsystem von Mercadier.

(Stimmgabel-Telegraphie.)

Dieser Telegraph beruht auf der Verwendung von Stimmgabelunterbrechern in den Gebern und von Monotelephonen als Empfänger. Das Mono-

telephon hat die Eigenschaft, auf die es durchfliessenden Wechselströme nur insoweit anzusprechen, als sie den Eigenton seiner Membran erzeugen. Es wird daher, wenn mehrere verschieden abgestimmte Geber und Empfänger dieser Art in eine Leitung eingeschaltet sind, jedes Telephon nur den Ton der mit ihm gleichtönenden Stimmgabel wiedergeben.

Prinzip.

Prinzip. Fig. 199 möge das Prinzip des MERCADIERschen Telegraphen veranschaulichen. Zwischen den Zinken der Stimmgabel S liegt der Elektromagnet E im Stromkreise der Batterie B_m. Wird der Kreis geschlossen, indem die auf der einen Zinke sitzende Stahlspitze t die Platinplatte P_m berührt, so zieht E beide Gabelzinken an und unterbricht dadurch seinen Stromkreis, worauf beide Zinken zurückschwingen; hierbei wird der Strom wieder geschlossen und das Spiel wiederholt sich. Die Stimmgabel gerät infolgedessen in Schwingungen und wird in diesem Zustande durch die Motorbatterie B_m dauernd erhalten; sie macht in jeder Sekunde die ihrem Eigenton entsprechende Anzahl Schwingungen. — Der auf die andere Zinke

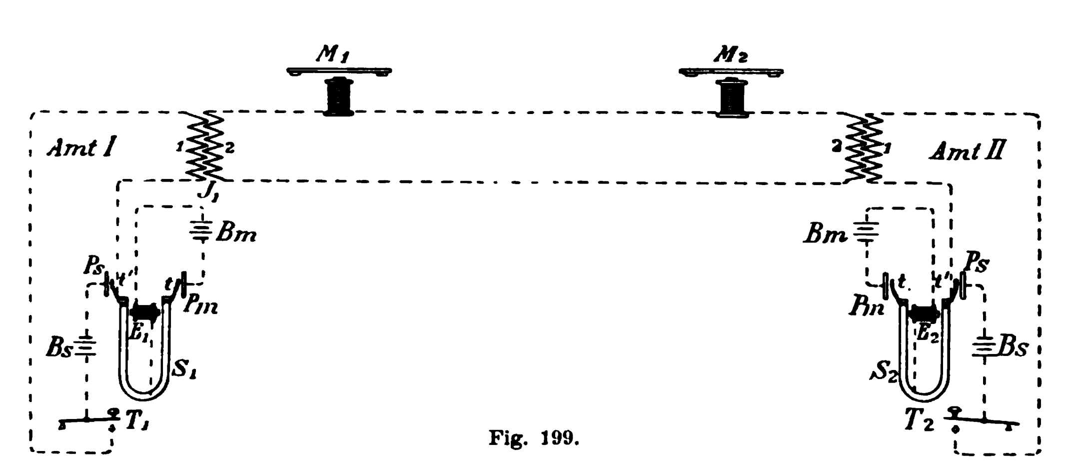


Fig. 199.

isoliert aufgesetzte Stahlstift t' macht dieselben Bewegungen wie t und schliesst bei jeder Schwingung den Stromkreis der Sendebatterie B_s, jedoch nur dann, wenn die Taste T niedergedrückt ist. In diesem Falle gelangen die erzeugten Stromstösse beim Amte I in die Wicklung 1 des Induktionsübertragers J_1 und werden in die Leitung übertragen. Sie durchfliessen die beiden Monotelephone M_1 und M_2, können aber nur in M_2, welches denselben Eigenton wie die Stimmgabel S_1 hat, wahrgenommen werden. — Erzeugt die Stimmgabel S_2 beim Amte II einen anderen Ton wie S_1 und ist der Empfänger M_1 auf sie abgestimmt, so werden die gleichzeitig vom Amte II entsandten Ströme nur in M_1 wahrgenommen. Die gleichzeitig in die Leitung gesandten Stromwellen verschiedener Periodenzahl verlaufen nebeneinander, ohne sich gegenseitig zu stören.

Es steht nichts entgegen, an die Enden der Induktorspule 1 bei jedem Amte mehrere Geberstromkreise mit verschieden gestimmten Stimmgabeln anzulegen und die zugehörigen Monotelephone beim anderen Amte in die Leitung einzuschalten. Man kann alsdann zu gleicher Zeit auf jedem Geber Telegramme in Morsezeichen absenden und diese an dem korrespondierenden Monotelephon, wo sie als kurze und lange Stimmgabeltöne wahrnehmbar werden, abhören.

Die skizzierte Schaltung ist indes nicht ohne weiteres anwendbar, weil sich Monotelephone, die absolut nur auf einen bestimmten Ton ansprechen, nicht herstellen lassen. Diese Apparate geben vielmehr auch andere Töne als ihren Eigenton schwach wieder, letzteren immerhin fünfzig- bis hundertmal stärker als jene. Ein solcher Unterschied genügt zwar, um aus den ankommenden Strömen, die obwohl erheblich geschwächt doch untereinander von ziemlich gleicher Stärke sind, die richtigen Zeichen herauszuhören. Die viel stärkeren abgehenden Ströme aber würden auf die Empfänger des eigenen Amtes einwirken und darin ein Geräusch (Kochen) erzeugen, welches dem Heraushören der richtigen Zeichen sehr hinderlich wäre.

Gegensprechschaltung.

Gegensprechschaltung. Um die Empfänger der Einwirkung der abgehenden Ströme zu entziehen, verwendet MERCADIER die Differential-

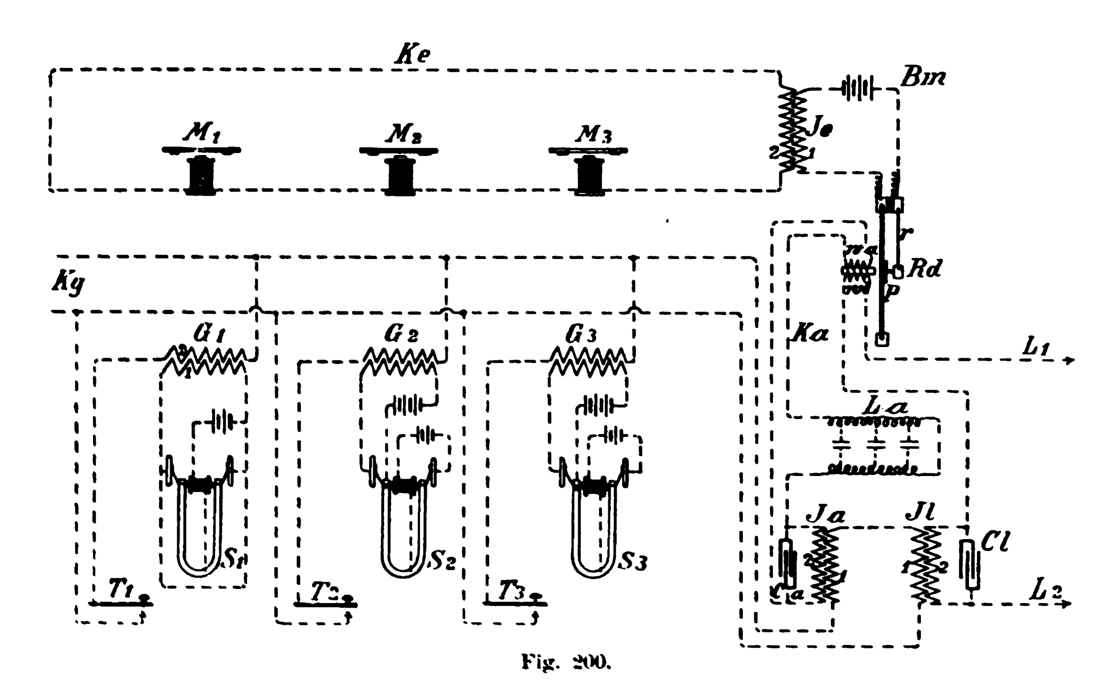


Fig. 200.

Gegensprechschaltung, wie sie in Fig. 200 für ein Amt dargestellt ist. Das mikrotelephonische Differentialrelais R_l ist der Apparat, welcher die abgehenden Ströme für den Empfängerkreis unwirksam macht, die ankommenden Ströme aber verstärkt dem Empfängerkreise zuführt. Es besteht aus einem Telephon, dessen zweischenkliger Elektromagnet zwei Wicklungen w_2 und w_1 hat, und einem Mikrophon, dessen Kohlenplättchen auf der gemeinsamen Schallplatte P befestigt ist und von einem an der Blattfeder r sitzenden Kohlenkämmerchen berührt wird. Die Grundplatte des Apparats ruht auf einer Gummiröhre und einer Schraubenspindel und kann deshalb sowohl wagerecht gestellt als in mehr oder weniger geneigte Lage gebracht werden, wodurch sich der Druck des Mikrophonkontaktes regeln lässt. Eine weitere Schraube gestattet ferner den Abstand zwischen Elektromagnet und Sprechplatte zu regeln.

Verfolgen wir zunächst den Verlauf der ankommenden Stromwellen. Der Weg führt aus dem Leitungsdraht L_1 durch die Wicklung w_2 des Dif-

ferentialrelais und weiter durch die Rolle 2 des Induktors J_l und den parallel geschalteten Kondensator C_l nach dem Leitungsdraht L_2 zurück. Im Relais R_d werden die Stromwellen in mechanische Schwingungen der Sprechplatte P von genau gleicher Periodenzahl umgesetzt und dadurch auf den Mikrophonstromkreis übertragen; aus diesem gehen sie durch Vermittelung der Induktionsspule J_e auf den die Monotelephone M enthaltenden Empfängerstromkreis K_e über.

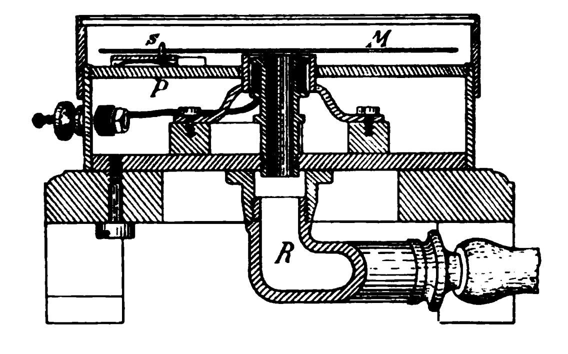
An den Geberstromkreis K_g sind die einzelnen Geber G angeschlossen. Jede Stimmgabel sendet ununterbrochen die ihrer Schwingungszahl entsprechende Anzahl von Stromstössen durch die primäre Wicklung der zugehörigen Induktionsspule. So oft und so lange der Kreis der sekundären Wicklung durch Niederdrücken der Taste T geschlossen wird, werden darin Wechselströme induziert, deren Periode mit den Schwingungen der Stimmgabel übereinstimmt. Für die Stimmgabel S_1 ist nur eine Batterie eingezeichnet; bei dieser vereinfachten Anordnung ist die linke Stahlspitze nicht von der Stimmgabel isoliert, die Batterie sendet daher ihren Strom sowohl durch den Elektromagnet als durch den Draht 1 der Induktionsspule. Der Geberkreis K_g ist durch die primären Drähte der Induktionsspulen J_l und J_a hindurch geschlossen. In der Leitungsspule J_l werden die aus den Gebern kommenden Ströme auf den Leitungskreis übertragen, der von L_1 zu L_2 durch die Wicklung w_l des Relais hindurchführt.

Die Einwirkung der abgehenden Ströme auf das Relais R_d aufzuheben, ist die Aufgabe des Ausgleichskreises K_a. Dieser verläuft von der künstlichen Leitung L_a durch die Wicklung w_a des Relais hindurch und weiter durch den Draht 2 des Ausgleichsinduktors J_a, dem der Kondensator C_a parallel geschaltet ist, zur künstlichen Leitung zurück; er ist also eine genaue Nachbildung des Leitungskreises. Die abgehenden Ströme werden, wie in J_l auf den Leitungskreis, so in J_a auf den Ausgleichskreis übertragen; die Ströme beider Kreise wirken gleich stark, aber im entgegengesetzten Sinne auf das Differentialrelais und beeinflussen es daher nicht.

Die Induktionsrollen J_l und J_a stimmen untereinander überein; jede hat eine dickdrähtige Primärwicklung von 0,5 Ohm Widerstand und eine dünndrähtige Sekundärspule mit vielen Windungen von 700 Ohm Widerstand und 3,36 Henry Selbstinduktion (bei offenem Primärkreis). Den störenden Einfluss dieser hohen Selbstinduktion, der namentlich für die ankommenden Ströme schädlich ist, aufzuheben, ist der Hauptzweck der Kondensatoren C_l und C_a. Sie dienen ferner zum Ausgleich der Selbstinduktion in der wirklichen und künstlichen Leitung und den beiden Relaiswicklungen und sind so zu regulieren, dass die Stromwellen im Leitungs- und im Ausgleichskreise jeden Augenblick auch der Phase nach gleich sind, was zur vollen Verhinderung ihrer Wirkung auf das Relais R_d nötig ist. Die Induktionsspulen der Geber und der Transformator J_e bestehen aus zwei gleichen Drähten von zwei bis drei Ohm Widerstand, die bifilar auf eine Holzspule mit Eisendrahtkern aufgewickelt sind.

Monotelephon.

Das Monotelephon (Fig. 201) enthält in einer cylindrischen Dose mit Glasdeckel einen kräftigen Magnet, auf dessen hohlen Kern oben eine Magnetisierungsspirale von 200 bis 400 Ohm Widerstand aufgesetzt ist. Die Membran M ist etwa 2 mm dick, aber nicht mit dem Rande festgeklemmt, sondern in drei Punkten der ersten Knotenlinie durchbohrt und auf drei Spitzen s aufgesetzt, die radial auf der Platte P in Schlitten verschiebbar



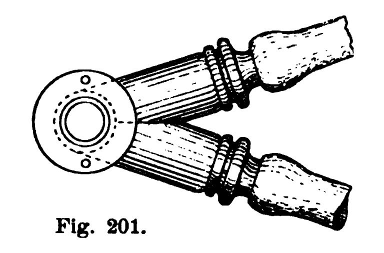


Fig. 201.

sind. Jede Membran ist durch entsprechende Wahl ihres Durchmessers auf einen bestimmten Ton abgestimmt. Sie spricht kräftig an, wenn eine Reihe Wechselströme das Telephon durchfliesst, die mit dem Grundton der Membran gleiche Periode haben, bleibt aber nahezu unbeweglich, wenn der Periodenunterschied mindestens einen halben Ton beträgt. Die von der Membran erzeugten Schallwellen gelangen durch den hohlen Magnet hindurch in die Röhre R und durch die Schläuche, welche an die beiden Röhrenäste angeschraubt sind, zum Ohre des aufnehmenden Telegraphisten. Der Abstand zwischen Membran und Magnet lässt sich durch Drehen der Platte P, die mittelst Gewindes in das Gehäuse eingeschraubt ist, regeln. Eine spätere Regulierung der einmal eingestellten Monotelephone ist nicht erforderlich, da die Tonhöhe sich konstant erhält.

Betriebseinrichtungen. MERCADIER schaltet in sein System auf jeder Station zwölf Geber und zwölf Empfänger ein, sodass also gleichzeitig 24 Telegramme auf einer Leitung befördert werden können. Die Stimmgabeln der zwölf Geber eines Amtes sind mit den zugehörigen Monotelephonen des fernen Amtes auf die zwölf Töne h, $\overline{c}$, $\overline{cis}$, $\overline{d}$, $\overline{dis}$ u. s. w. bis einschliesslich $\overline{b}$ abgestimmt. Diese mit Intervallen von einem halben Tone aufeinander folgenden Töne haben die Schwingungszahlen 480 bis 910. Wird beim Amte I z. B. die zum Tone c gehörige Taste gedrückt, so entstehen Wechselströme von der Frequenz dieses Tones im Geberkreise K_g und werden durch die Spulen J_l und J_a sowohl auf den Leitungs- wie auf den Ausgleichskreis übertragen; ihre Übertragung auf den eigenen Empfängerkreis wird durch das Relais R_d verhindert. Die im Leitungskreise zum Amte II gelangenden Wechselströme setzen daselbst den Mikrophonkontakt des Relais R_d in Gang und übertragen sich mit Hülfe der Spule J_l auf den Empfängerkreis K_e, in welchem sie nur das auf den Ton c abgestimmte Monotelephon zum Ansprechen bringen. Man kann, ohne diesen Vorgang zu stören, gleichzeitig mit den anderen Tasten des Amtes I, sowie mit den Tasten des Amtes II arbeiten. Die Stromwellen verschiedener Frequenz verbreiten sich und wirken nebeneinander und unabhängig voneinander.

Beim Betriebe vereinigt man je einen Geber mit einem Empfänger zu einem Apparatsatze, damit der Telegraphist sowohl senden als empfangen kann. Dieser hat die Hörschläuche am Kopfe befestigt und daher beide Hände frei. Die Stimmgabelunterbrecher werden, damit sie nicht stören, in einiger Entfernung von den Apparattischen in einem besonderen Zimmer oder in einem mit Filz ausgeschlagenen Schranke unter Glaskästen aufgestellt. Um den Unterbrecher in Gang zu setzen, schraubt man die Scheibe

P_m (Fig. 199) etwas vor, bis sie die Spitze t berührt, und legt sie durch die Gegenmutter fest; die Stimmgabel geht dann von selbst an. Hierauf schraubt man die Platte P_s vor, bis zwischen ihr und dem Stifte t' die Funken erscheinen. An beiden Kontaktstiften muss stets ein kleiner gleichmässiger Funke sichtbar sein; es empfiehlt sich, jeden Tag die Kontaktpunkte durch Drehen beider Platten zu verändern. Zu den Batterien werden Trockenelemente verwendet, und zwar für B_m ein oder zwei, für B_s drei bis vier Elemente. Die Elemente sind so zu schalten, dass der positive Strom von der Kontaktspitze t auf die Platte P übergeht, weil dabei die Spitzen sich weniger abnutzen und der Kontakt sauberer bleibt.

Die Induktionsspulen der Geber sind von den Stimmgabeln gesondert so aufzustellen, dass sie der magnetischen Beeinflussung durch die Stimmgabeln und untereinander möglichst entzogen sind.

Die Kondensatoren C_l und C_a, die einen in Zehntel und Zwanzigstel geteilten Wert von 1 Mf. haben, werden reguliert, indem man vom fernen Amte mit irgend einem Geber Strom senden lässt und in die Kondensatoren so viele Stöpsel einsetzt, bis der Strom in den Monotelephonen anderer Schwingungszahl nicht mehr wahrnehmbar ist. Die Abgleichung gilt dann auch für die Ströme der übrigen Geber.

Das Differentialrelais R_d ist vermöge seiner elektromagnetischen Konstruktion sehr empfindlich gegen die schwachen ankommenden Ströme. Der Mikrophonkontakt muss so reguliert und die Mikrophonbatterie so bemessen sein, dass nicht zu starke Ströme in dem Empfängerkreis erzeugt werden, welche störende Nebentöne in den Monotelephonen hervorbringen könnten; auch im Interesse der Erhaltung eines guten Mikrophonkontaktes liegt es, mit einem möglichst schwachen Mikrophonstrome zu arbeiten.

Die aus Widerständen und Kondensatoren bestehende künstliche Leitung ist nach dem System BRANVILLE-ANIZAN aus Unterabteilungen zusammengesetzt, die für Luftleitungen Abschnitten von 50 km, für Kabel Abschnitten von 5 km entsprechen. Eine Regulierung ist nicht erforderlich.

Das System MERCADIER ist in Frankreich auf Leitungen von Paris nach Dijon, Toulouse und Bordeaux erprobt worden. Seine Verwendung ist nicht auf eine nur zwei Ämter verbindende Leitung beschränkt, es können vielmehr auch Zwischenämter in die Leitung eingeschaltet werden. Dient die Leitung zum Anschluss von Nebenämtern an ein Hauptamt, so erhält letzteres zwölf Apparatsätze, und es lassen sich bis zwölf Nebenämter mit je einem Apparatsatze hintereinander schalten; die Nebenämter können dabei untereinander nicht verkehren. Soll aber jedes Amt mit jedem anderen sprechen können, so darf die Leitung höchstens fünf Ämter umfassen, von denen jedes vier Apparatsätze zu erhalten hätte. Der Anruf des gewünschten Amtes erfolgt mit Hülfe eines Resonators, welcher den Ton des Monotelephons so verstärkt, dass dieser in einiger Entfernung hörbar wird. —

5. Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen.

Wie beim System MERCADIER die Wechselströme verschiedener Frequenz sich gegenseitig in der Ausbreitung nicht stören, so werden Induktionswechselströme auch nicht durch Gleichstromimpulse, wie sie beim Morse- und Hughesbetrieb vorkommen, beeinflusst. Man könnte daher eine Leitung, auf

welcher nach dem MERCADIERschen Verfahren zwölf Apparate gleichzeitig in Thätigkeit sind, noch obendrein mit Hughes oder Morse betreiben. Da nun die beim Fernsprechen vom Mikrophon hervorgerufenen Wechselströme von ähnlicher Art sind wie die von MERCADIER benutzten, so ist ohne weiteres klar, dass auf einer Leitung auch gleichzeitig telegraphiert und gesprochen werden kann. Während indes die schwachen Sprechströme auf die Telegraphenapparate nicht einwirken, sind die Telegraphierströme in den empfindlichen Fernhörern laut wahrnehmbar; die Sprechapparate müssen deshalb gegen die Einwirkung der Telegraphierströme geschützt werden, was durch Abflachen der Kurve des Ansteigens und Abfallens der einzelnen Stromimpulse geschehen kann.

In dieser Weise gedachte der niederländische Telegrapheningenieur VAN RYSSELBERGHE in den achtziger Jahren, als es sich darum handelte, einen Fernsprechverkehr auf grössere Entfernung ins Leben zu rufen, die vorhandenen Telegraphenleitungen zugleich zum Telephonieren nutzbar zu machen. Das System VAN RYSSELBERGHE ist damals in vielen Ländern erprobt und an sich brauchbar befunden worden. Die Telegraphenleitungen bestanden jedoch aus Eisen und eigneten sich deshalb, wie sich bald herausstellte, überhaupt nicht zum Telephonieren. Es war notwendig, für den Fernsprechverkehr besondere Leitungen aus Bronzedraht herzustellen.

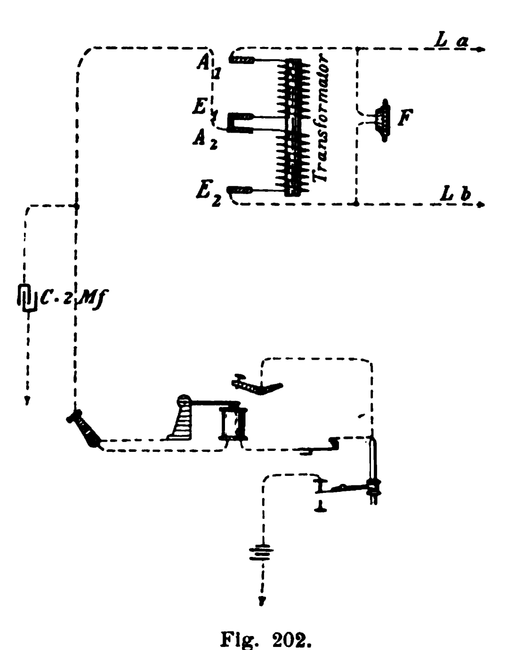


Fig. 202.

Nachdem inzwischen ein ausgedehntes Netz von Bronzeleitungen entstanden ist, liegen heutzutage die Verhältnisse ziemlich umgekehrt: es kann dazu übergegangen werden, die kostspieligen Bronzedoppelleitungen des Fernsprechbetriebs zur besseren Ausnutzung gleichzeitig für den Betrieb von Telegraphenapparaten heranzuziehen.

Die hierzu vorzugsweise benutzte Schaltung zeigt Fig. 202. Sie beruht auf dem Schema der WHEATSTONEschen Brücke: zwei Brückenarme bestehen aus künstlichen Widerständen mit Selbstinduktion, die anderen beiden aus den Leitungsdrähten L_a und L_b; in die Galvanometerdiagonale sind die Fernsprechapparate F, in die Batteriediagonale dagegen die Telegraphenapparate eingeschaltet. Der Sprechverkehr vollzieht sich in reiner Doppelleitung unter Ausschluss der Erde, für den Telegraphenbetrieb sind beide Leitungsdrähte parallel verbunden, wobei die Rückleitung von der Erde gebildet wird. Die beiden künstlichen Brückenarme bestehen aus einem Transformator, der in Bezug auf äussere Form, sowie auf Anordnung, Masse und Güte des in ihm enthaltenen Eisens dem MÜNCHschen Fernsprechübertrager entspricht, während abweichend von diesem die beiden Wicklungen nicht über-, sondern nebeneinander liegen, derart, dass jede Spule das Eisendrahtbündel von dem einen Ende bis zur

Mitte umgiebt. Beide Spulen haben gleiche Umwindungszahl — je 15 700 — und gleichen Widerstand — je 1150 Ohm —. Bei Einschaltung des Transformators ist darauf zu achten, dass die von dem Fernsprechapparat ausgehenden Ströme beide Spulen hintereinander in dem Sinne durchlaufen, dass sie in dem Eisenkerne am einen Ende einen Nordpol und am anderen Ende einen Südpol hervorrufen, den Eisenkern also richtig magnetisieren. Dagegen müssen die Telegraphierströme, für welche die Spulen nebeneinander geschaltet sind, an den Enden des Eisenkerns gleichnamige Pole hervorrufen. Im ersten Falle ist die Selbstinduktion des Transformators sehr hoch, sodass die Sprechströme vom Transformator abgedrängt werden und ungeschwächt in die Leitung gehen; im zweiten Falle ist diese Selbstinduktion noch hinreichend stark, um die Telegraphierströme soweit abzuflachen, dass sie in benachbarten Leitungen störende Geräusche nicht hervorrufen können. Nach Erfordernis kann die abflachende Wirkung des Transformators auf die Telegraphierströme durch Anschalten des Kondensators C von höchstens 2 Mf. Kapazität unterstützt werden.

Die ankommenden Telegraphierströme durchfliessen die Brücke mit den Sprechapparaten deshalb nicht, weil die beiden Abzweigungspunkte dieser Brücke auch in Bezug auf die ankommenden Ströme gleiche Spannung haben.

Zum Telegraphieren können nach Belieben Hughes- oder Morseapparate verwendet werden. Um bei Gewittern die Fernsprechapparate von der Leitung abschalten und den Telegraphenbetrieb fortsetzen zu können, empfiehlt sich die Einfügung eines doppelten Kurbelumschalters in die Brücke.

Eine noch bessere Ausnutzung der Doppelleitung lässt sich mit der in Fig. 203 dargestellten Schaltung erzielen, welche im allgemeinen dem VAN RYSSELBERGHEschen Schaltungsschema entspricht. Hierbei kann jeder der beiden Leitungsdrähte für sich zum Telegraphieren benutzt werden, während für den Sprechverkehr durch Anschaltung der Kondensatoren C (= 0,5 Mf.) eine Schleife gebildet ist. Der Kondensator K und die Induktanzrollen g von 250 und 500 Ohm haben den Zweck, das Ansteigen und Abfallen der abgehenden Telegraphierströme soweit abzuflachen, dass diese in den Fernsprechapparaten kein störendes Geräusch verursachen. Die abgehenden Sprechströme werden durch die Induktanzrollen von den Telegraphenapparaten ab- und nach der Leitung hingedrängt. Wenn beide Schleifendrähte mit

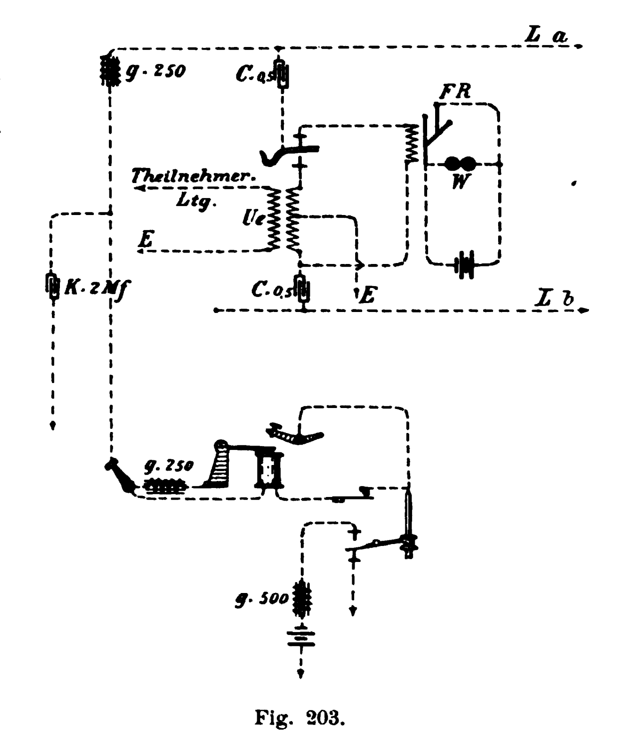


Fig. 203.

Hughes betrieben werden sollen, ist die Mitte der sekundären Wicklung des Fernsprechübertragers *Ue* an Erde zu legen, damit nicht durch die Abzweigungskondensatoren Stromwellen von dem einen Hughesapparat auf den anderen übertragen werden.

Für den Anruf im Fernsprechverkehr muss bei dieser Schaltung ein Fernsprechrelais *FR* zur Verwendung kommen, das durch Wechselströme eines Magnetinduktors bethätigt wird. Die Wechselströme setzen die Membran des wie ein Fernsprecher gebauten Relais in starke Schwingungen; dadurch wird der kurze Schluss der Ortsbatterie aufgehoben, deren Strom geht durch den Elektromagnet der Anrufklappe oder des Weckers *W* und bringt ihn zum Ansprechen.

Obwohl praktische Erfahrungen nicht vorliegen, ist zu befürchten, dass die Kondensatoren *C* die Übermittelung der Sprache etwas schwächen werden, und dass ferner auch die Unterdrückung der Telegraphiergeräusche bei dieser Schaltung nicht so vollkommen sein wird, wie bei der Schaltung nach Fig. 202.

B. Wechselzeitige Mehrfachtelegraphie.

I. Der Vierfachapparat von Meyer.

In praktisch brauchbarer Weise ist das Problem der wechselzeitigen Mehrfachtelegraphie zuerst von dem französischen Telegrapheningenieur Bernhard Meyer (1871) gelöst worden. Sein Telegraph ist für gleichzeitige Beförderung von vier Telegrammen in einer dem Morsealphabet nachgebildeten Schrift eingerichtet. Fig. 204 möge die Schaltung erläutern. Den wichtigsten Apparatteil bildet der Verteiler: eine runde Ebonitscheibe mit einer grösseren Anzahl in drei konzentrischen Kreisen angeordneter Kontaktstücke. Der äussere Kreis besteht aus 50 voneinander isolierten Metallstücken; drei davon, *A*, *B*, *C*, dienen für Korrektionszwecke, während von den übrigen je zwölf bez. elf mit einem der vier Apparatsätze in Verbindung stehen. An der durch den Mittelpunkt der Scheibe gehenden Achse sitzt ein Arm oder Zeiger *Z*; dieser streicht mit der an seinem Ende befindlichen Schleiffeder in gleichmässiger Drehung über die Kontaktstücke des äusseren Kreises und schaltet die mit ihm verbundene Leitung *L* während jeder Umdrehung, achtzigmal in der Minute, nacheinander auf die vier Apparatsätze. Von den letzteren ist in der Figur der Übersichtlichkeit wegen nur der erste dargestellt, bestehend aus dem Geber G_1 und dem Schreibapparat S_1, ferner dem Empfangsrelais *ER*, dem Kontrolrelais *AR*, der Linienbatterie *LB* und der Ortsbatterie *OB*. Die beiden Relais und Batterien sind für alle vier Apparatsätze gemeinsam.

Geber. Der Geber. — Als Geber dient auf jedem Arbeitsplatz eine Klaviatur von acht Tasten: vier weissen und vier schwarzen. Mit den weissen Tasten werden Striche, mit den schwarzen Punkte erzeugt. Die vier schwarzen Tasten von G_1 sind mit den Kontaktstücken 1, 4, 7 und 10 des ersten Verteilerquadranten verbunden, die vier weissen Tasten mit den Stücken 1 und 2, 4 und 5, 7 und 8, 10 und 11. (Die Vorrichtung, welche die weissen Tasten

beim Niederdrücken auch mit den Drähten nach den Punktkontakten 1, 4, 7, 10 verbindet, ist in der Figur weggelassen.) Wird also die erste schwarze Taste auf die gemeinsame, mit der Batterie *LB* verbundene Arbeitsschiene niedergedrückt, so fliesst Strom in die Leitung, solange der Zeiger das Kontaktstück 1 berührt; beim Niederdrücken der ersten weissen Taste dauert der Strom so lange, als der Zeiger die Kontakte 1 und 2 bestreicht (der enge Zwischenraum zwischen beiden wird durch die Schleiffeder überbrückt). Um z. B. den Buchstaben *b* zu geben, sind die erste weisse sowie die zweite, dritte und vierte schwarze Taste zu drücken; es senden dann Strom das erste und zweite, das vierte, siebente und zehnte Kontaktstück.

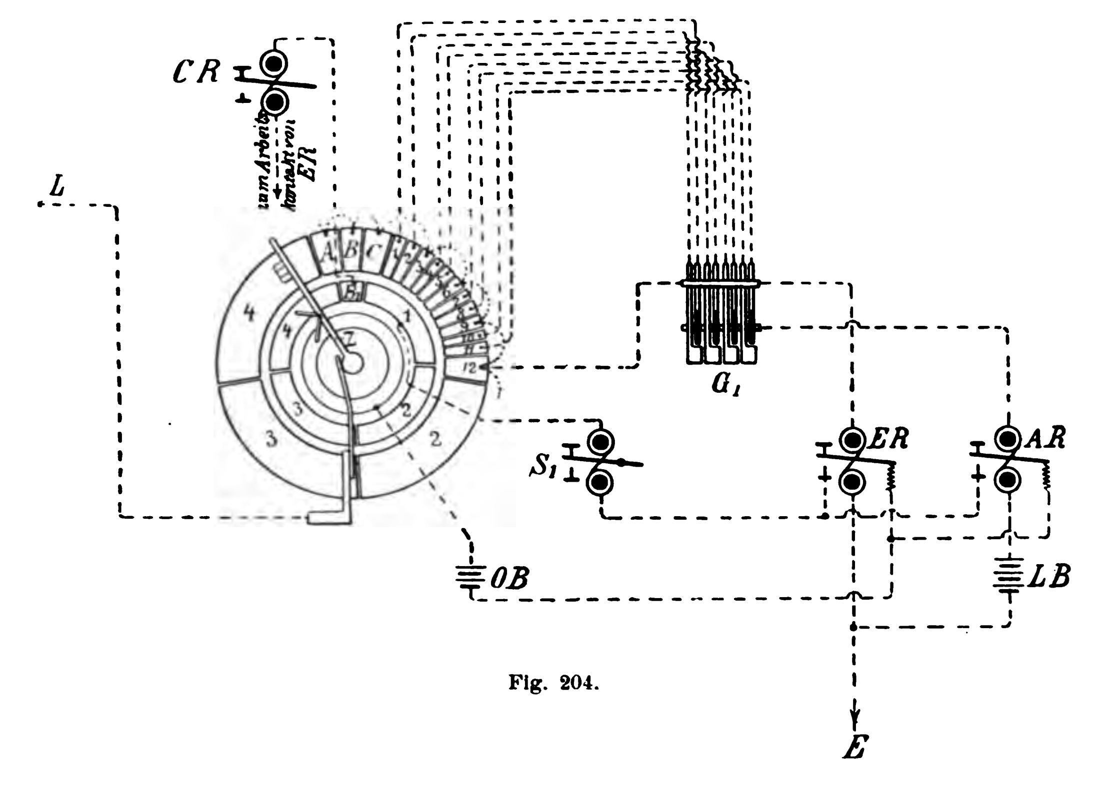


Fig. 204.

Das dritte, sechste, neunte und zwölfte Kontaktstück jedes Quadranten ist (über die Ruheschiene des Gebers und durch das Empfangsrelais *ER* hindurch) mit Erde verbunden; diese Stücke dienen zur Entladung der Leitung und zur Trennung der Elemente eines Zeichens bez. der Quadranten voneinander. Die Breite der Lamellen eines Quadranten beträgt, wenn man sich den ganzen Kreis in 500 Einheiten geteilt denkt, der Reihe nach 7, 8, 9, 7, 8, 9, 7, 8, 9, 7, 8, 27 Einheiten, die Breite der Lamellen *A*, *B*, *C* ist 27, 18, 26 Einheiten.

Das Meyeralphabet ist so gebildet, dass bei jedem Umlauf der Verteilerachse ein Buchstabe, eine Zahl oder ein Satzzeichen befördert werden kann. Das durch gleichzeitiges Niederdrücken der entsprechenden Tasten von G_1 hergestellte Zeichen wird durch den Zeiger beim Hinstreichen über den ersten Quadranten des Verteilers abgenommen, gleich darauf ebenso das auf dem Geber G_2 vorbereitete Zeichen u. s. w.

Empfänger.

Der Empfänger. — Die ankommenden Ströme fliessen aus der Leitung über den Zeiger zu den Kontaktstücken des äusseren Verteilerkreises, weiter zu den Tastenhebeln und über die gemeinsame Ruheschiene durch das Empfangsrelais *ER* hindurch zur Erde. Die Zeiger des gebenden und des empfangenden Amtes müssen genau synchron und isochron laufen, sodass beide in jedem Augenblicke die gleichen Kontaktstücke berühren. Das Empfangsrelais spricht auf jeden ankommenden Strom an und überträgt ihn auf den im Ortsstromkreise liegenden Schreibapparat S_1. Damit aber nicht alle vier Schreibapparate gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt werden, sondern immer nur der gerade an der Reihe befindliche, sind auf der Verteilerscheibe noch zwei weitere Kontaktkreise angebracht: ein voller und ein in vier Quadranten, sowie ein kleineres Kontaktstück B_1 geteilter Kreis. Jener ist mit der Ortsbatterie, jeder Quadrant mit dem zugehörigen Schreibapparat verbunden. Beide Kontaktkreise werden durch ein isoliert am Zeiger befestigtes Schleiffedernpaar bestrichen und so in leitende Verbindung gebracht. Spricht also das Relais *ER* an, so wird die Ortsbatterie nur durch den Schreibapparat hindurch geschlossen, dessen Quadranten gerade vom Zeiger bestrichen werden. Wie das Relais *ER* auf die ankommenden, so spricht das zwischen Linienbatterie und Arbeitsschiene geschaltete Kontrolrelais *AR* auf die abgehenden Ströme an und bethätigt ebenso den Schreibapparat des gerade bestrichenen Quadranten.

Meyer-Schrift.

Nachstehende Tabelle enthält das Meyersche Alphabet.

Schriftzeichen	Ausgedrückt durch				Schriftzeichen	Ausgedrückt durch			
Punkte . . .	–	–	–	–	p	–	—	—	–
Striche . . .	—	—	—	—	q	—	—	–	—
a	–	—			r	–	—	–	
ä, â	–	—	–	—	s	–	–	–	
b	—	–	–	–	t	—			
c	—	–	—	–	u	–	–	—	
ch	—	—	—	—	ü	–	–	—	—
d	—	–	–		v	–	–	–	—
e	–				w	–	—	—	
é, ê	–			–	x	—	–	–	—
f	–	–	—	–	y	—	–	—	—
g	—	—	–		z	—	—	–	–
h	–	–	–	–	1			–	—
i	–	–			2		–	–	—
î	–	–		–	3		—	—	—
j	–	—	—	—	4			—	—
k	—	–	—		5			–	–
l	–	—	–	–	6		–	–	–
m	—	—			7		—	–	—
n	—	–			8		—	–	–
o	—	—	—		9			—	–
ö, ô	—	—	—	–	0				—

Die Buchstaben unterscheiden sich von denen des Morsealphabets zunächst durch die ungleichmässige Gruppierung der Elemente: die Abstände zwischen zwei Punkten oder zwischen Punkt und folgendem Strich sind — der Einrichtung des Verteilers entsprechend — grösser als die zwischen zwei Strichen oder zwischen Strich und folgendem Punkt. Da ein Zeichen nicht mehr als vier Elemente enthalten darf, sind die Ziffern und Satzzeichen abweichend vom Morsealphabet gebildet, wobei ausser der Anzahl auch die Stellung der Elemente innerhalb des für ein Zeichen verfügbaren vierteiligen Raumes von Bedeutung ist (vgl. *a* und 1, *u* und 2, *s* und 6 u. s. w.). Um den Ortswert der Elemente kenntlich zu machen, werden die Zeichen nicht hintereinander, sondern übereinander geschrieben, sodass jedes für sich auf dem 3 cm breiten Papierstreifen eine Querzeile bildet.

Die Erzeugung der Schrift erfolgt in der Weise, dass der Schreibhebel mit dem auf ihm liegenden Papierstreifen durch den Elektromagnet gegen das oberhalb befindliche Schreibrädchen gedrückt wird. Letzteres dreht sich nicht, wie beim Morseapparat, auf der Stelle, sondern bewegt sich bei jedem Verteilerumlauf einmal quer über die Breite des Papierstreifens. Den Streifen hat man sich gewissermaassen in Spalten geteilt zu denken, welche den verschiedenen Kontaktstücken des Verteilerquadranten entsprechen, und es müssen die durch den Zeiger von den Kontaktstücken abgenommenen Zeichenelemente genau in den entsprechenden Spalten des Streifens registriert werden. Zu dem Zwecke ist es nötig, dass die Querbewegung des Schreibrädchens völlig mit dem Zeigerlauf über den zugehörigen Verteilerquadranten hin übereinstimmt, d. h. dass während der Zeiger ein bestimmtes Kontaktstück berührt, sich stets auch das Schreibrädchen über der entsprechenden Spalte des Streifens befindet. Die Bewegung des Schreibrädchens wird deshalb von der Verteilerachse bewirkt, deren Verlängerung durch alle vier Schreibapparate hindurchgeführt ist. Zugleich giebt diese Achse an jedem Geber das Signal zur Abgabe eines Zeichens, indem sie mittelst eines Excenters einen Taktschläger in Bewegung setzt. — Statt des Schreibrädchens findet auch eine sog. Schreibklinge Verwendung, d. i. eine von der Verteilerachse in Umdrehung versetzte 3 cm breite Walze, auf deren Mantel ein Steg in Form einer Viertelschraubendrehung aufgesetzt ist, so zwar, dass die Stege der vier Schreibapparate zusammen einen vollen Schraubengang bilden. Der Durchgang des Schreibstegs durch die Berührungslinie zwischen Walze und Papier findet genau in derselben Zeit statt, während welcher der Zeiger den zugehörigen Verteilerquadranten bestreicht, und es befindet sich jeden Augenblick gerade derjenige Punkt des Steges in der Schreiblage, welcher dem gleichzeitig bestrichenen Punkte des Verteilers entspricht.

Sobald der Zeiger den zugehörigen Quadranten verlassen hat, wird der Papierstreifen jedesmal um 3 mm vorgeschoben. Die Trennung der Wörter voneinander erfolgt einfach dadurch, dass beim Geben ein Umlauf unbenutzt gelassen wird.

Regulier- u. Korrektionsvorrichtung.

Die Regulier- und Korrektionsvorrichtung. — Die Verteilerachse wird durch den Ablauf eines 50 kg schweren Triebgewichts in Umlauf versetzt. Die Regulierung der Laufgeschwindigkeit besorgt ein konisches Pendel, bestehend aus einem kardanisch aufgehängten biegsamen Stabe von Aluminiumbronze, dessen unteres Ende durch eine auf einem senkrechten Ansatz der Verteilerachse sitzende Gabel im Kreise herumgeführt wird. Auf die Pendelstange lose aufgesteckt ist ein 5 kg schweres, in einer Ketten-

schleife hängendes Gewicht, das sich mittelst einer Schraube heben und senken lässt. Die überschüssige Triebkraft des Apparats wird dazu verbraucht, das Pendel in Drehung zu versetzen und sein Gewicht mehr oder weniger zu heben.

Um indes die Verteilerachsen der miteinander verbundenen Ämter I und II dauernd in synchronem und isochronem Gange zu erhalten, ist ähnlich wie beim Hughesapparate noch eine besondere Korrektion nötig. Die Korrektion wirkt selbstthätig bei jedem Umlauf; Amt I hat stets die Korrektion zu geben, Amt II sie zu empfangen. Zu dem Zweck ist beim Amte I die mittlere Korrektionsschiene B des Verteilers mit der Batterie verbunden (A und C liegen an Erde) und sendet bei jedem Zeigerumlauf einen Korrektionsstrom zum Amte II. Hier fliesst dieser Strom, da die Stücke A, B und C mit dem Empfangsrelais ER verbunden sind, durch letzteres zur Erde. ER schliesst beim Ansprechen den Ortsstromkreis über das Stück B_1 im zweiten Verteilerkreise und das mit B_1 verbundene Korrektionsrelais CR hinweg. Der Anker von CR wird jedoch nur dann angezogen, wenn der Zeiger in II hinter dem in I zurückgeblieben ist. Stehen beide Zeiger gleich oder ist der in II vorangeeilt, so wird die Zeigerachse in II bei jedem Umlaufe selbstthätig auf mechanischem Wege um einen sehr kleinen Winkel zurückgedreht so lange, bis sie gegenüber dem Apparat in I verzögert ist. Alsdann tritt die elektrische Korrektion ein, das Relais CR zieht seinen Anker an und bewirkt dadurch, dass die Verteilerachse um denselben kleinen Winkel wie vorher vorgedreht wird. Dies wiederholt sich bei jedem Umlaufe, bis der Apparat II wieder vorläuft, worauf dann abermals die verzögernde Wirkung der mechanischen Korrektion eintritt und so fort.

Der Meyersche Vielfachtelegraph ist in Frankreich, Österreich, Niederland, der Schweiz und Deutschland im Betriebe gewesen, in der deutschen Reichstelegraphie zuerst zwischen Berlin und Frankfurt (Main), dann auf einer Leitung Berlin-Breslau, wobei die mit Berlin sprechenden Apparate auf Frankfurt (Oder), Liegnitz und Breslau verteilt waren, endlich noch auf einer Leitung Berlin-Hannover mit den Zwischenämtern Magdeburg und Braunschweig. Bei guter Isolation der Leitung vermochte das System mit vier Apparatsätzen das 1,6 fache von zwei miteinander verbundenen Hughesapparaten zu leisten. War schon dieses Verhältnis in Anbetracht des doppelten Beamtenbedarfs für den Meyerapparat wenig günstig, so verschlechterte es sich noch bedeutend infolge der zahlreichen Betriebsschwierigkeiten und Unterbrechungen, die durch unvollkommene Leitungsisolation, mangelhaften Synchronismus, häufigen Bruch der Pendelstange, unregelmässige oder schwer lesbare Schrift und sonstige Fehler verursacht wurden. Das Apparatsystem ist deshalb Ende März 1885 in Deutschland ausser Betrieb gesetzt worden. Wir sind aber trotzdem ausführlicher darauf eingegangen, weil die Schaltung verhältnismässig einfach und deshalb besonders geeignet ist, das Wesen der wechselzeitigen Mehrfachtelegraphie zu veranschaulichen.

2. Der mehrfache Typendrucker von Baudot.

In sehr vollkommener Weise ist das Problem der wechselzeitigen Mehrfachtelegraphie von Baudot in Paris gelöst worden. Sein Apparat erspart dem Telegraphisten die Mühe des Abschreibens vom Papierstreifen, das Telegramm wird vielmehr wie beim Hughes in Typendruck wiedergegeben. Der

gemeinschaftliche Antrieb der einzelnen Empfangsapparate durch die Verteilerachse ist (wie auch schon von GRANFELD bei seinem Hughes-Perfektor), weil dem Synchronismus hinderlich, aufgegeben; jeder Druckapparat hat sein eigenes Triebwerk. Jeder zu einem Apparatsatz gehörige Sektor des Verteilers hat nur fünf Kontaktstücke und demgemäss auch jeder Geber nur fünf Tasten. An der Ruheschiene der Tasten liegt der negative Pol der einen, an der Arbeitsschiene der positive Pol der andern Linienbatterie. Daraus folgt, dass bei jedem Verteilerumlauf von allen Tasten Ströme entsandt werden: von den niedergedrückten positive, dagegen von den nicht gedrückten Tasten negative Ströme. Durch die verschiedenen Kombinationen der fünf Ströme werden die Zeichen dargestellt. Es sind 31 Kombinationen möglich, nämlich fünf mit einem, je zehn mit zwei und drei, fünf mit vier und eine mit fünf positiven Strömen. Wie die Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen auf diese Kombinationen verteilt sind, zeigt nachstehende Tabelle:

		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
a	1	+	—	—	—	—	p	°/₀	+	+	+	+	+
b	8	—	—	+	+	—	q	/	+	—	+	+	+
c	9	+	—	+	+	—	r	—	—	—	+	+	+
d	0	+	+	+	+	—	s	;	—	—	+	—	+
e	2	—	+	—	—	—	t	!	+	—	+	—	+
é	&	+	+	—	—	—	u	4	+	—	+	—	—
f	f	—	+	+	+	—	v	'	+	+	+	—	+
g	7	—	+	—	+	—	w	?	—	+	+	—	+
h	h	+	+	—	+	—	x	,	—	+	—	—	+
i	o	—	+	+	—	—	y	3	—	—	+	—	—
j	6	+	—	—	+	—	z	:	+	+	—	—	+
k	(	+	—	—	+	+	t	.	+	—	—	—	+
l	=	+	+	—	+	+	卅	卅	—	—	—	+	+
m	)	—	+	—	+	+							
n	Nr	—	+	+	+	+	Ziffernweiss		—	—	—	+	—
o	5	+	+	+	—	—	Buchstabenweiss		—	—	—	—	+

Danach ist z. B. der Buchstabe *b* durch Niederdrücken der dritten und vierten Taste zu geben. Beim empfangenden Amte werden die ankommenden Stromgruppen durch das Empfangsrelais auf die fünf Elektromagnete des Druckapparats übertragen und dort mit Hülfe einer sinnreichen Vorrichtung in die entsprechenden Buchstaben etc. übersetzt. Das Typenrad lässt sich ähnlich wie beim Hughesapparat durch die Zeichen „Buchstabenweiss“ und „Ziffernweiss“ verstellen; in der einen Stellung druckt es Buchstaben, in der zweiten Ziffern und Satzzeichen.

BAUDOTS Telegraph wird als zwei-, drei-, vier- und sechsfacher Apparat benutzt. Je nach der Zahl der anzulegenden Apparate muss die Anzahl der Kontaktstücke des Verteilers bemessen sein. Die Verteilerachse macht in der Minute 180 oder in der Sekunde drei Umdrehungen; während jeder Umdrehung kann auf jedem Apparatsatz ein Zeichen befördert werden. Die Dauer des einzelnen Stromstosses ist hiernach um so geringer, je mehr Apparate angelegt sind.



Fig. 205.

Abbildung Fig. 205 veranschaulicht die Stationseinrichtung für den vierfachen Baudot-Telegraphen der Linie Berlin—Paris.

Zu einem Baudotsystem gehören:

1. zwei, drei, vier oder sechs Apparatsätze, bestehend je aus Geber und Druckapparat,
2. die gemeinschaftlichen Relais,
3. der gemeinschaftliche Verteiler.

1. Der Geber.

Geber. Der in Fig. 218 schematisch dargestellte Geber ist eine Klaviatur von fünf Tasten, die durch einen dazwischen liegenden Kurbelumschalter in zwei Gruppen getrennt sind. Fig. 206 giebt einen Längsschnitt durch eine der Tasten. Der hölzerne, oben mit einem Elfenbeinplättchen belegte Tastenhebel H ist um die Achse X drehbar und trägt an seinem hinteren Ende eine mittelst eines Metallwinkels senkrecht aufgesetzte stählerne Lamelle L, die oben an beiden Seiten mit zwei silbernen Kontaktplättchen belegt ist. Unter der Einwirkung der Spiralfeder F wird L in der Ruhelage gegen den Kontakt C_1 gedrückt, beim Niederdrücken der Taste mit dem Finger legt sich L gegen C_2. Die fünf Ruhekontakte C_1 und die fünf Arbeitskontakte C_2, welche aus Silber bestehen, werden je von einem gemeinsamen Messingwinkel W_1 bez. W_2 getragen. Beide Winkel sind oben durch ein isolierendes Stück i verbunden und bilden den Deckel des Gebergehäuses; W_1 trägt die Klemme für die Zuleitung der negativen, W_2 die der positiven Linienbatterie. Die Feder F vermittelt die leitende Verbindung zwischen der Lamelle L und dem Verteiler.

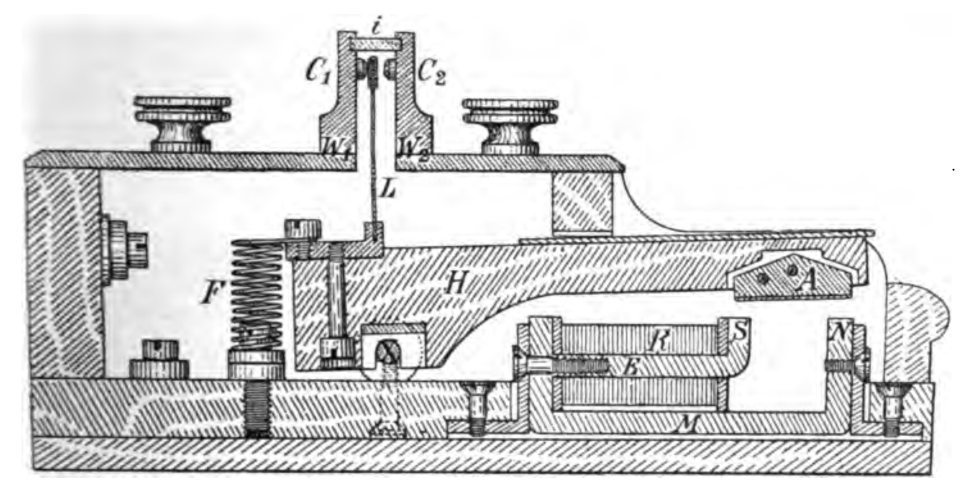


Fig. 206.

Der Kurbelumschalter ermöglicht den Übergang vom Geben zum Empfangen. Bei Kurbelstellung links ist der Apparat zum Geben geschaltet, d. h. die Ruheschiene W_1 mit der negativen Batterie verbunden. Bei Kurbelstellung rechts liegt statt der Batterie das Empfangsrelais an der Ruheschiene.

Zu jedem Geber gehört ein Taktschläger, welcher dem Telegraphisten bei jedem Verteilerumlauf im richtigen Augenblicke das Zeichen giebt, die gedrückten Tasten loszulassen und eine neue Kombination zu greifen. Zu dem Zwecke ist mittelst eines am Geber befestigten Winkelarms in Ohrhöhe ein Telephon von 30 Ohm Widerstand angebracht, in dem bei jedem Umlauf des Verteilers ein von diesem entsandter Ortsstrom ein Knacken hervorbringt.

Durch eine besondere Vorrichtung — Festhalter, accrocheurs — ist dafür gesorgt, dass die Tasten vier und fünf, deren Kontakte vom Verteilerarm zuletzt berührt werden, nicht vorzeitig in die Ruhelage zurückgehen, auch wenn der Telegraphist sie zu früh loslassen sollte. Unter jeder dieser Tasten befindet sich nämlich, wie Fig. 206 zeigt, ein polarisierter Elektromagnet, bestehend aus einem ⊔-förmigen Dauermagnet *M*, auf dessen einen Schenkel ein Kern von weichem Eisen *E* mit Drahtrolle *R* von 30 Ohm Widerstand aufgesetzt ist. Der Eisenkern hat an seinem freien, aufwärts gebogenen Ende einen Südpol, der daneben stehende Schenkel bildet den Nordpol. Über diesen Polen ist der Anker *A* aus weichem Eisen in einer Kerbe an der unteren Seite des Tastenhebels befestigt. Beim Niederdrücken der Taste legt sich der Anker auf die beiden Pole und wird von diesen festgehalten, auch nachdem der Tastendruck aufgehört hat, bis ein die Drahtrolle *R* durchfliessender Strom den Magnetismus soweit schwächt, dass die Feder *F* das Übergewicht erhält. Es wird hierzu derselbe Strom benutzt, welcher den Taktschläger zum Ansprechen bringt; er durchfliesst erst beide Elektromagnete, darauf das Telephon.

2. *Der Druckapparat.*

Dem in Fig. 207 abgebildeten Druckapparat (traducteur) fällt die Aufgabe zu, die ankommenden Stromkombinationen in die entsprechenden Buch-

staben etc. zu übersetzen und diese auf den Papierstreifen zu drucken. Er besteht aus dem Kombinator, der Druckvorrichtung und dem Triebwerk mit Reguliervorrichtung. Der sockelartige Untersatzkasten von Holz umschliesst das Triebwerk; in dem darauf stehenden viereckigen Messinggehäuse befindet sich der Kombinator, und vor der Vorderwand des Gehäuses ist die Druckvorrichtung sichtbar.

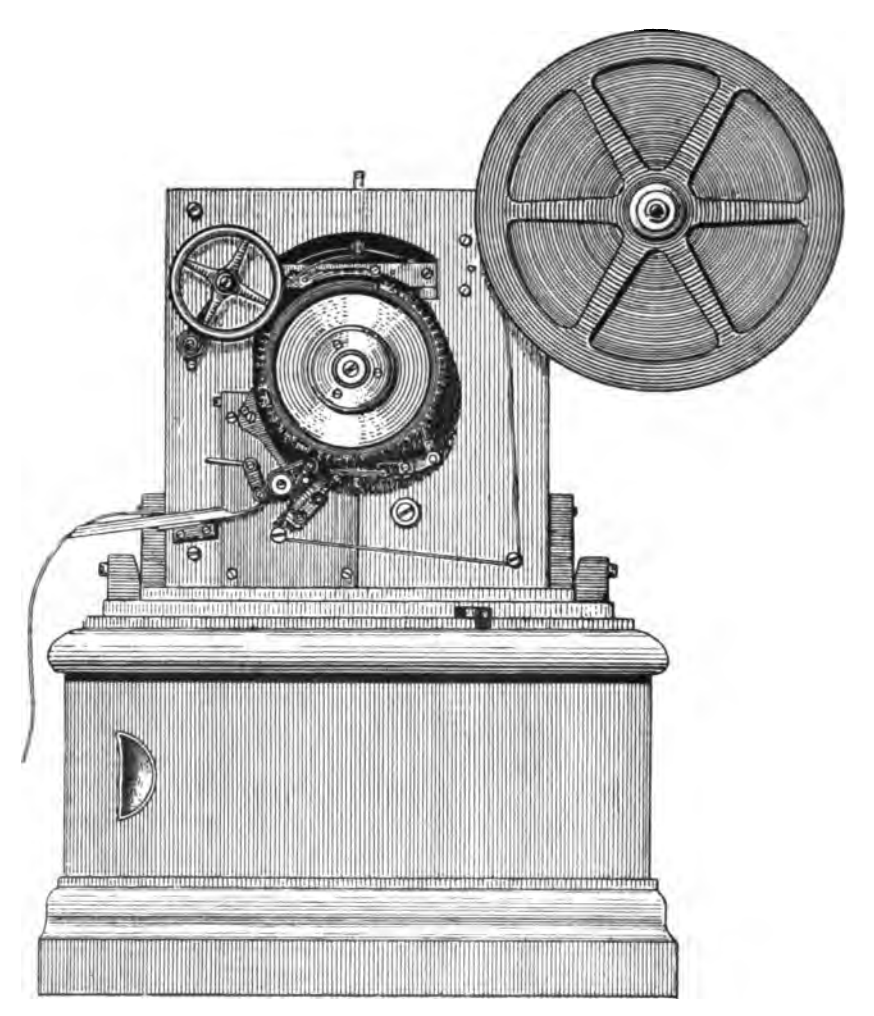


Fig. 207.

Kombinator.

Der Kombinator. — Er enthält in seinem elektrischen Teile fünf Elektromagnete, die den fünf Tasten des Gebers entsprechen. Nur die positiven Ströme werden von dem Empfangsrelais auf die Elektromagnete übertragen, und der Verteiler sorgt dafür, dass jeder einzelne Strom zu dem richtigen Elektromagnet gelangt. Waren z. B. für den Buchstaben *m* die Tasten 2, 4, 5 gedrückt, so sprechen die Elektromagnete 2, 4, 5 an.

Die fünf einschenkligen Elektromagnete sind im oberen Teile des Gehäuses parallel nebeneinander gelagert. Der Kern mit der Wicklung E von 50 Ohm Widerstand (Fig. 208) ist an den Polen durch die Eisenbacken E_1

und E_2 abgeschlossen. In einem Ausschnitt der oberen Kante von E_2 ist die Achse des Ankers *a* gelagert, dessen freies, abgeschrägtes Ende dicht an der ebenfalls abgeschrägten Backe E_1 liegt, aber von ihr für gewöhnlich

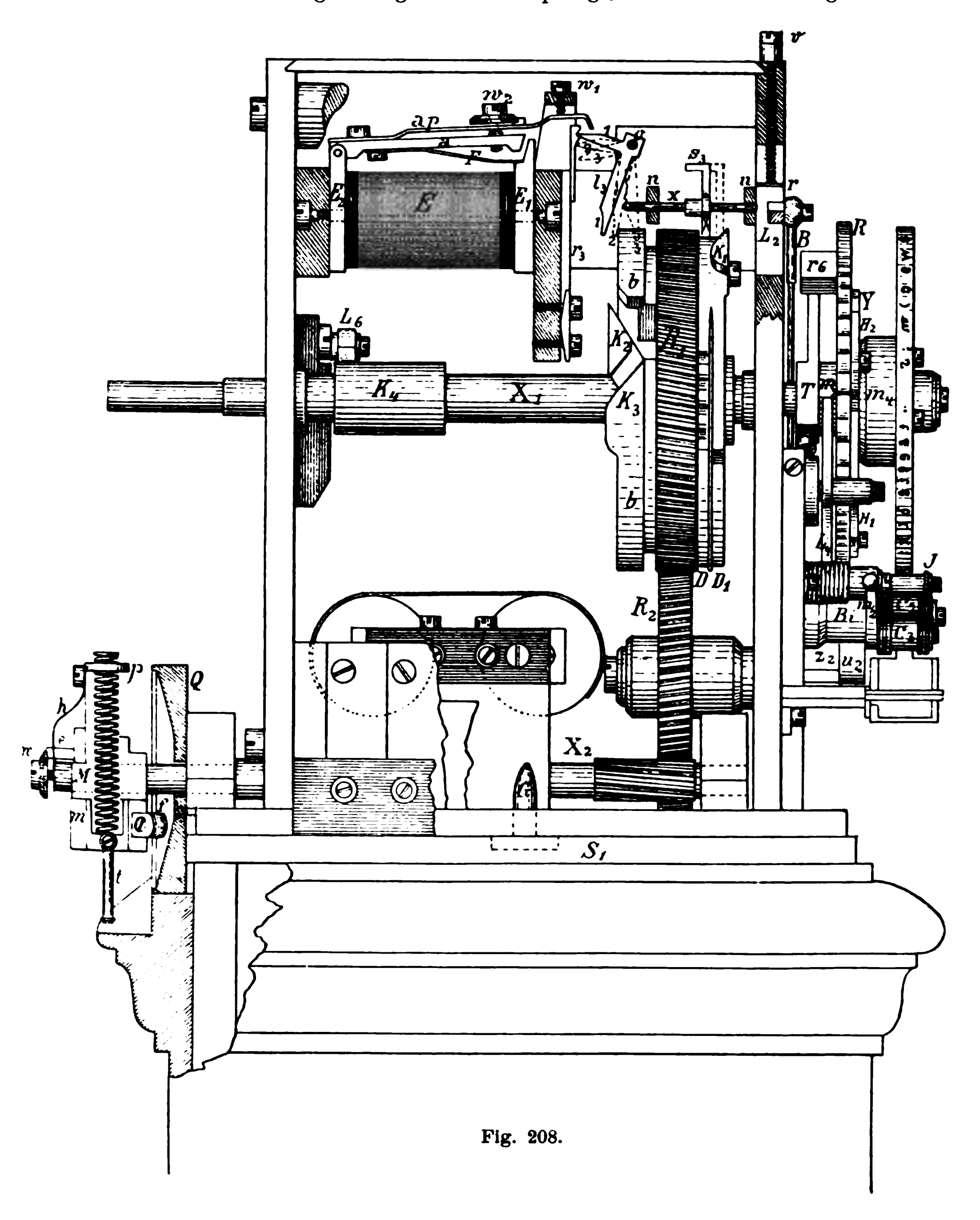


Fig. 208.

durch die sehr biegsame Blattfeder *F* getrennt gehalten wird. Infolge dieser Anordnung macht das Ankerende, wenn es bei Stromdurchgang angezogen wird, einen verhältnismässig grossen Weg. Auf den Anker ist eine elastische Messinglamelle *ap* aufgeschraubt, deren rechtes den Anker überragendes Ende

hakenförmig nach unten umgebogen ist. In der Ruhelage legt sich die Lamelle unter dem Einfluss der Feder F gegen die Schraube w_1; mittelst der Schraube w_2 kann der Ankerhub verändert werden.

Nachdem die ankommende Stromgruppe in der kurzen Zeit, während welcher der Verteiler den betreffenden Sektor durchläuft, auf die fünf Elektromagnete übertragen worden ist, wird der Rest der Umlaufszeit zur Übersetzung und zum Druck des telegraphierten Zeichens verwendet. Die Übersetzung erfolgt auf mechanischem Wege in folgender Weise. Auf die das Typenrad tragende Achse X_1 (Fig. 208) sind die kreisrunden stählernen

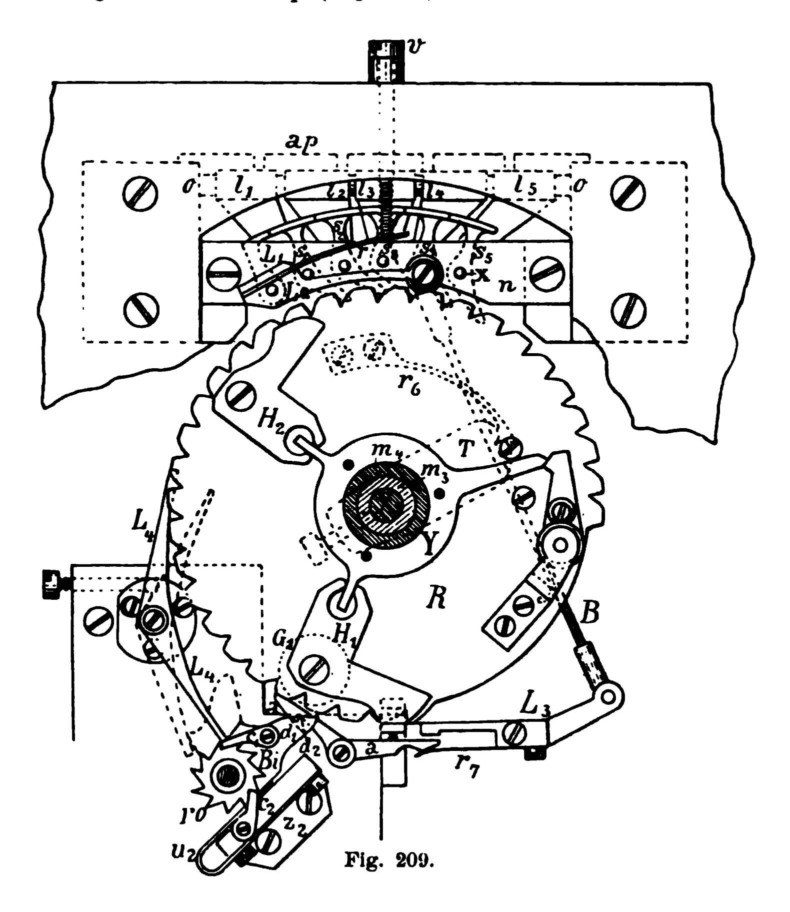


Fig. 209.

Scheiben D und D_1 aufgesteckt und mit dem Zahnrad R_1, durch welches die Achse in Umdrehung versetzt wird, fest verbunden. Zwischen D und D_1 ist eine dünne Scheibe von etwas grösserem Durchmesser eingesetzt, deren vorstehender Rand die Mäntel beider Scheiben voneinander trennt, abgesehen von einer kurzen Strecke, wo der Rand weggenommen ist. Auf dem Mantel von D schleifen fünf den einzelnen Elektromagneten entsprechende Sucher s_1 bis s_5 (Fig. 208 u. 209). Die Ankeranziehung eines Elektromagnets hat zur Folge, dass der zugehörige Sucher von D, dem Ruhewege, nach D_1, dem Arbeitswege verschoben wird und dann auf D_1 weiter schleift. Die Mäntel von D und D_1, wie sie Fig. 210a abgerollt zeigt, bestehen aus einer Anzahl von Feldern, von denen gewisse — die weissen — eingekerbt sind. Die fünf Sucher stehen so eng nebeneinander, dass ihre Füsse immer fünf

aufeinander folgende Felder berühren. Man erkennt aus Fig. 210a, dass durch die weissen Felder beider Wege sämtliche 31 Kombinationen der fünf Tasten (vgl. Tabelle S. 271) dargestellt werden, wobei die weissen Felder des Arbeitswegs $D_1 D_1$ den positiven Strömen oder gedrückten Tasten, die weissen Felder des Ruhewegs DD den negativen Strömen oder ruhenden Tasten entsprechen. Neben ihrem ersten weissen Felde ist in Fig. 210a für jede Kombination der zugehörige Buchstabe angegeben. Wenn nun die fünf Sucher, welche die angekommene Stromkombination aufgenommen haben und durch ihre Stellung ausdrücken, die dieser entsprechende Felderkombination beim Hinstreichen über die Scheibenmäntel finden, so sinken sie in die vertieften Felder ein und veranlassen dadurch den Druck des zugehörigen Zeichens, dessen Type sich dann gerade in Druckstellung befindet.

Fig. 210a.

Wie die seitliche Verschiebung der Sucher vor sich geht, veranschaulicht Fig. 208. Vor jedem Elektromagnet und unter dessen Ankerhaken *ap* befindet sich ein winkelförmiger Hebel *l*; alle fünf Hebel (aiguilleurs, Weichensteller) sitzen leicht drehbar auf der gemeinsamen Achse *OO* (vgl. auch Fig. 209). Für gewöhnlich liegt der wagerechte Hebelarm mit seinem messerförmigen Ende in einer Kerbe des stählernen Fortsatzes der Feder r_8 und wird dadurch in der Lage 1 gehalten. Wird aber der Anker angezogen, so drückt der Haken *ap* den Hebel in die Lage 2, in welcher sein senkrechter Arm den seitlich am Rande R_1 befestigten Ring *bb* berührt. Der Hebel bleibt in dieser Stellung, bis ihn die Muschel K_2 fasst und in die Lage 3 drängt, worauf er sofort von dem Stück K_8 in die Ruhelage 1 zurückgeschoben wird. Indem der Hebel die Stellung 3 einnimmt, verschiebt er die Achse x des zugehörigen Suchers nach rechts und damit letzteren in den Arbeitsweg.

Die Sucher sind zweiarmige Hebel von Stahl und je auf eine Achse x, die in ihren Lagern *nn* sich verschieben lässt, fest aufgesetzt. Mit ihren flächenartig verbreiterten oberen Enden liegen die Sucher, wie aus Fig. 209 u. 210b ersichtlich, stets eng aneinander. Links von ihnen sind auf eine sechste, aber nicht verschiebbare Achse die Hebelarme L_1 und L_2 fest aufgesetzt. L_1 wird mit seinem Kopfe durch die auf L_2 sitzende Blattfeder r, die unter dem Drucke der Schraube v gespannt ist, nach rechts gegen die Sucherköpfe gepresst. Dem Drucke von L_1 können aber die Sucher nicht nachgeben, solange auch nur

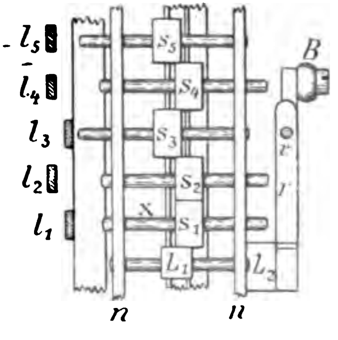


Fig. 210b.

einer von ihnen auf nicht vertieften Feldern der Scheibenmäntel einen Stützpunkt findet. Nur wenn alle fünf Sucherfüsse sich über vertieften Feldern befinden, d. i. in dem Augenblicke, wo sie die ihrer Stellung entsprechende Felderkombination unter sich haben, sinken sie zusammen in die Kerben ein und die Sucherköpfe werden etwas nach rechts geschoben. Dieser Bewegung folgt aber sofort eine stärkere entgegengesetzte Bewegung, indem die Sucherfüsse von den sich schnell drehenden Scheiben kräftig wieder aus den Kerben herausgeschleudert werden; dadurch erhalten die Sucherköpfe und L_1 einen energischen Ruck nach links, der Hebelarm L_2 und die an diesem sitzende Zugstange B einen solchen nach oben. Letztere Bewegung veranlasst den Druck, nicht der vorangehende schwächere Impuls nach unten.

In Fig. 210b ist die Sucherkombination für den Buchstaben h dargestellt: s_1, s_2, s_4 sind auf den Arbeitsweg geschoben, s_3 und s_5 im Ruhewege verblieben. Wie man sieht, wird durch die Verschiebung der Zusammenhalt zwischen den Sucherköpfen nicht aufgehoben. Nachdem der die Felder enthaltende Teil von D und D_1 durchlaufen ist, werden die im Arbeitswege befindlichen Sucher durch die Muschel K_1 auf den Ruheweg zurückgeschoben. Unmittelbar darauf beginnt das Muschelschiffchen (camenavette) K_2 K_3, das bereits von den Hebeln l_1 bis l_5 aufgenommene neue Zeichen auf die Sucher zu übertragen. Die Zurück- und Neuverschiebung der Sucher nimmt $^9/_{40}$ der Umlaufszeit in Anspruch; $^{31}/_{40}$ der Umlaufszeit stehen für das Aufsuchen der Felderkombination und den Druck zur Verfügung.

Druckvorrichtung.

Die Druckvorrichtung. — Auf die Achse X_1 (Fig. 208) ist vor der vorderen Gehäusewand eine Buchse m_3 mit schwacher Reibung aufgesteckt und auf dieser das Druckrad R befestigt; es hat an seinem Umfange 31 gleiche Einschnitte (Fig. 209) und eine breite ausgeschnittene Stelle von $^9/_{40}$ des Umfangs. Eine auf der hinteren Fläche des Rades sitzende starke Feder r_6 greift mit dem freien, hakenförmigen Ende in einen Einschnitt des an der Achse X_1 angebrachten Armes T ein und verbindet so Rad und Achse in der Weise, dass die Verbindung bei etwaiger plötzlicher Hemmung der Drehung nachgeben kann und ein Bruch vermieden wird. Auf die Buchse m_3 ist mit schwacher Reibung eine zweite Buchse m_4 aufgesteckt; diese trägt vorn das Typenrad, hinten den dreiarmigen Hebel Y. Das Typenrad ist auf einer Länge von $^{31}/_{40}$ seines Mantels, entsprechend dem Rade R, in 31 Doppelfelder geteilt, wovon zwei vertieft und die übrigen mit je einer Buchstaben- und einer Ziffern- oder Satzzeichentype besetzt sind; der Rest von $^9/_{40}$ des Mantels ist etwas vertieft. Der dreiarmige Hebel Y vermittelt in gleicher Weise wie beim Hughesapparat sowohl die Verbindung zwischen Typen- und Druckrad als auch den Figurenwechsel. Fig. 209 lässt den Mechanismus ohne weiteres erkennen. In der gezeichneten Stellung deckt der Hebel H_1 die dem Buchstabenweiss entsprechende 31. Zahnlücke, es werden demnach Ziffern etc. gedruckt; wird H_1 umgelegt, sodass der Hebel H_2 die 14. Lücke deckt, so ist das Typenrad um $^1/_{80}$ seines Umfanges oder um ein halbes Doppelfeld gegen das Rad R verschoben, und es werden Buchstaben gedruckt.

Den Druck besorgt der breite stählerne Hebel B_i, der mittelst einer Buchse auf die Achse A leicht drehbar aufgesetzt ist. Der Hebel wird von der starken gebogenen Feder u_2 nach links gedrängt, aber für gewöhnlich von dem Hebel aa, der mit seinem Haken über den Daumen d_3 greift, in der stark gezeichneten Lage festgehalten; die Feder r_7 sichert diese Lage.

An dem Druckhebel B_i sitzt nach hinten, in der Ebene des Rades R, der Korrektionszahn d_1, ferner nach vorn, unter dem Typenrade, leicht drehbar auf einer Achse der mit Guttapercha oder Papier überzogene Druckcylinder J.

Zur Fortbewegung des Papierstreifens ist auf die Buchse von B_i die Papierwalze C_2 lose aufgesteckt; sie ist beiderseits von fein gezähnten Scheiben begrenzt und trägt auf der hinteren Seite das scharf gezahnte Rad ro. In letzteres greifen die Stossklinke c_1 und die Sperrklinke c_2 ein, jene am Druckhebel B_i sitzend, diese gleich der Feder u_2 an dem festen Winkel z_2. Gegen die Papierwalze C_2 wird unter dem Drucke einer Spiralfeder die von dem Kurbelarm m_2 getragene Walze C_3 gepresst. Der Papierstreifen kommt von dem am Apparatgehäuse angebrachten Rollenständer (vgl. Fig. 207), wird zunächst um zwei Stifte und dann um den Druckcylinder J herumgeführt und läuft schliesslich zwischen den Walzen C_2 und C_3 hindurch.

Das Aufbringen von Farbe auf das Typenrad besorgt eine Farberolle.

Der Druck eines Zeichens geht in folgender Weise vor sich. Wird die Stange B durch den Stoss der Sucher nach oben gezogen, so bewegt sich das linke Ende des Hebels L_3 nach unten, das des Hebels aa nach oben und lässt den Druckhebel B_i los. Dieser schnellt nach links, der Korrektionszahn d_1 greift dabei in eine Zahnlücke des Rades R ein und empfängt einen Stoss nach links, gleichzeitig berührt die Druckrolle J mit dem auf ihr liegenden Papierstreifen die entsprechende Type; die Bewegung des Druckhebels kommt schliesslich in der punktiert gezeichneten Lage zum Stillstande. Bei dieser Bewegung wird durch die Klinke c_1 das Rad ro und damit die Papierwalze C_2 gedreht, infolge dessen ein Stück Streifen von rund 4 mm Länge zwischen C_2 und C_3 durchgezogen wird. Die gleiche Papierlänge zieht der Cylinder J von rechts nach, wobei sich auf ihm selbst das Papier nicht verschiebt.

Die Zurückführung des Druckhebels in die Ruhelage erfolgt, sobald die zahn- bez. typenlose Stelle beider Räder sich über ihm befindet, durch den Hebel L_4, dessen oberer Arm durch die auf der Rückseite von R sitzende Rolle G_1 nach links gedrückt wird. Dabei streicht die Klinke c_1 über einen Zahn des Rades ro hinweg, ohne es zu drehen, und die Druckrolle J gleitet unter dem Papierstreifen, der von C_2 und C_3 festgehalten wird, um 4 mm nach rechts.

Triebwerk mit Reguliervorrichtung und Bremse.

Das Triebwerk mit Reguliervorrichtung und Bremse. — Die Kraft zur Drehung der Achse X_1 liefert ein schweres Triebgewicht, das in einer Gliederkette ohne Ende unterhalb der auf eisernem Gestell ruhenden Tischplatte hängt und sich ebenso wie beim Hughes mittelst einer Tretvorrichtung aufziehen lässt. Um den Telegraphisten der Mühe des Aufziehens zu entheben, ist eine elektrische Aufzugsvorrichtung eingeführt, bestehend aus einem kleinen Elektromotor, wie er zum Antrieb von Hughesapparaten benutzt wird, der ein in die Gliederkette eingreifendes Zahnrad in Drehung versetzt. Ein Unterbrecher hemmt den Motor selbstthätig, wenn das Triebgewicht oben angelangt ist. Der Motor wird dabei nicht ausgeschaltet, sondern es werden ihm mittelst eines vom Gewichte gehobenen Hebels nach und nach mehrere Widerstände zugeschaltet. Infolge dessen tritt bald ein Gleichgewichtszustand ein, wobei der Motor zwar beständig wirkt, aber nur soviel Kraft entwickelt, als der Apparat verbraucht. Es sind übrigens auch Baudotapparate in Gebrauch, die unmittelbar durch Elektromotoren getrieben werden.

Die Achse des Kettenrads überträgt die Bewegung über vier mit Zahnrädern besetzte Zwischenachsen hinweg auf die Achse X_2 (Fig. 208), diese setzt das Rad R_2 und letzteres das Rad R_1 und damit die Achse X_1 in Drehung. Den Geschwindigkeitsregulator trägt die Achse X_2 auf ihrem aus der hinteren Gehäusewange herausragenden Teile.

Der Regulator (Fig. 208 u. 211) besteht aus einem festen und einem beweglichen Teile. Jener wird gebildet von dem Metallstück *M*, welches auf der Achse durch einen Vorstecker so befestigt ist, dass es sich in der Achsenrichtung verschieben lässt, und den in *M* eingelassenen Stahlstangen *t* und t_1; letzteren gegenüber ragt aus *M* eine Schraube hervor, die den Galgen *pp* trägt. Zwei an diesem befestigte Spiralfedern halten das Messingstück *m*, den beweglichen Teil, durch welchen die Stifte $t t_1$ lose hindurchgehen. Wird die Vorrichtung durch die Achse X_2 in Drehung versetzt, so entfernt sich das Stück *m* infolge der Schwungkraft mit wachsender Drehgeschwindigkeit immer weiter von der Achse, den Zug der Federn überwindend, und es tritt der seitlich an *m* angebrachte, vorn mit Hanf umwickelte Reiber *f* mit der konisch ausgedrehten Muschel *Q* in Berührung. Die dadurch entstehende Reibung, welche dem Drucke des Reibers auf die Muschelfläche und der Geschwindigkeit proportional ist, bewirkt, dass die Laufgeschwindigkeit eine bestimmte Grösse nicht übersteigt und gleichmässig bleibt. Ändern lässt sich die Geschwindigkeit einmal durch Heben oder Senken des Galgens *pp* mittelst der ihn tragenden Schraube, zweitens durch Verschieben des Stückes *M* auf der Achse mittelst der Schraube *w*, gegen welche die an *M* sitzende Blattfeder *h* drückt. Die Stellung der Schraube *w* wird dadurch gesichert, dass der auf *M* befestigte Dorn *e* in einen der acht radialen Einschnitte des Schraubenkopfes eingreift.

Die Achse X_1 muss ebenso viel Umdrehungen machen wie die Verteilerachse, da sie bei jedem Umlauf der letzteren ein Zeichen drucken soll. Beide Achsen müssen ferner soweit synchron laufen, dass die Übersetzung und der Druck des Zeichens erst erfolgt, nachdem der Verteilerarm den betreffenden Sektor bereits verlassen hat. Um diese Übereinstimmung herbeizuführen,

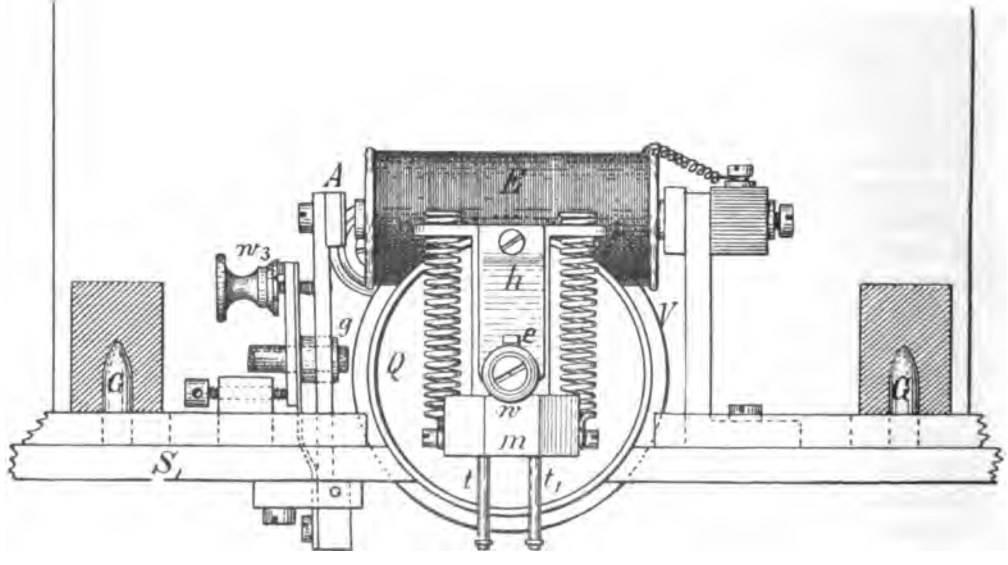


Fig. 211.

wird der Druckapparat so reguliert, dass er etwas schneller läuft als der Verteiler (um 3 bis 5 %), und es wird seine Geschwindigkeit bei jedem Umlauf durch einen vom Verteiler entsandten Korrektionsstrom etwas verzögert. Die hierzu dienende Bremse (*frein*) zeigt Fig. 211; sie wird gebildet von dem Reiber g aus Kork, der am Ankerhebel des Brems-Elektromagnets E (100 Ohm) sitzt und mittelst der Schraube w_3 verstellt werden kann. Der Reiber wird gegen das auf der Achse X_2 sitzende Schwungrad V gedrückt, so oft und so lange der Elektromagnet den Anker A anzieht. Wie die Schaltungsskizze Fig. 212 erkennen lässt, ist zum Schliessen der Bremsbatterie erforderlich, erstens dass zwei bestimmte Kontaktstücke des Verteilers verbunden sind, zweitens dass gleichzeitig im Druckapparat das auf der Achse X_1 angebrachte Excenter K_4' durch den Hebel L_6 die beiden Federn d_3 und d_4 zur Berührung bringt. Durch diese Einrichtung wird ein hinreichender Gleichlauf mit dem Verteiler bald hergestellt und beliebig lange aufrecht erhalten.

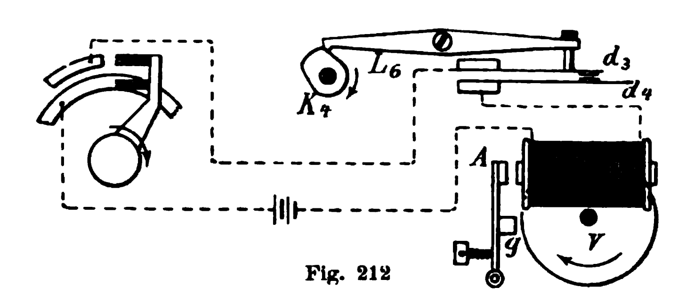


Fig. 212

Um das Messinggehäuse leicht abnehmen und auswechseln zu können, ist es lose auf den Sockel aufgesetzt und wird nur durch zwei Dorne G (Fig. 208 u. 211) gegen Verschiebung gesichert. Die Zuleitungen zu den sechs Elektromagneten sind an Klemmen auf der Sockelplatte S_1 geführt; gegen die Klemmen legen sich Blattfedern, die an den in eine Ebonitplatte am Gehäuse eingelassenen Klemmen befestigt sind und die Verbindung zwischen beiden Klemmenreihen herstellen. Beim Abnehmen des Gehäuses brauchen daher nicht einmal die Zuleitungen gelöst zu werden. Die Achse X_2 ist auf dem Sockel montiert.

3. Das Baudotrelais.

Das in Fig. 213 dargestellte Relais ist durch zwei Hufeisen-Elektromagnete polarisiert, die mit ihrem Bug in dem hölzernen Sockel stehen. Zwischen den herausragenden Schenkeln sind auf einem Messingträger zwei unten nicht verbundene Elektromagnete von zusammen 200 Ohm Widerstand angebracht. Ihr aus einem Eisenplättchen bestehender Anker sitzt an einer auf den gemeinschaftlichen Polschuhen der Dauermagnete gelagerten Achse; die Drehpunkte bilden zwei scharfe, in die Polschuhe der Dauermagnete eingelassene Spitzen, auf denen die Achse aufliegt, und zwar auf der einen mit einer punktförmigen konischen Vertiefung, auf der andern mit einem länglichen prismatischen Einschnitt. Die Achse besteht aus zwei Eisenstücken und einem sie verbindenden mittleren Messingstück; mit dem Eisenstück auf der Seite des Südpols ist der Anker verbunden, welcher daher ebenfalls der ganzen Länge nach und an seinen Enden südmagnetisch ist. Auf der Mitte der Ankerachse erhebt sich senkrecht eine Zunge, die zwischen zwei Kontaktschrauben spielt; letztere werden von Messinggalgen getragen. Die Kontakte werden möglichst eng gestellt, eine Hubhöhe von 0,02 mm gilt als genügend.

Die beiden Elektromagnete lassen sich mittelst einer Schraube heben und senken; sie werden dem Anker bis auf Papierblattstärke genähert.

Das Relais ist sehr empfindlich, zeichnet sich durch rasches Ansprechen aus und hat geringe Selbstinduktion. Von Wichtigkeit ist, dass die Kontakte und die Drehpunkte der Achse gehörig rein gehalten werden. Zur Erleichterung des Reinigens sind die Kontaktschrauben mit einer aus der Figur ersichtlichen Einrichtung versehen, welche gestattet sie zurückzunehmen, ohne dass dabei die richtige Einstellung verloren geht.

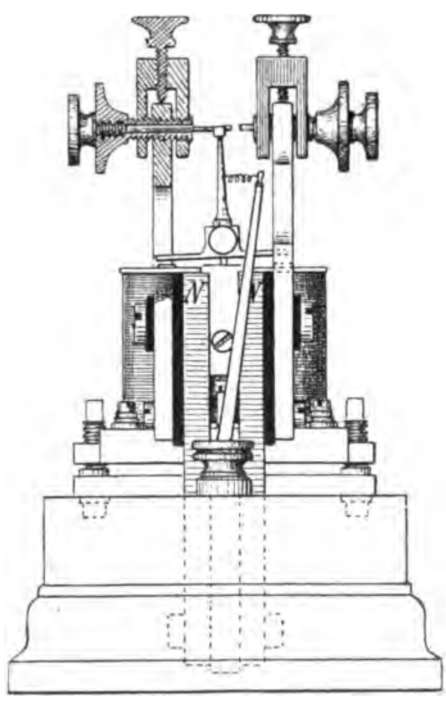


Fig. 213.

Beim Einstellen der Kontaktschrauben nimmt man eine, z. B. die rechte, zurück und drückt den Anker auf den rechten Elektromagnetkern nieder. Wird darauf die Zunge an die linke Kontaktschraube gedrückt und die rechte Schraube wieder vorgebracht, so muss die Zunge, sich selbst überlassen, durch den remanenten Magnetismus des rechten Kernes an die rechte Schraube gelegt werden; nötigenfalls ist die Stellung der linken Schraube so lange zu verändern, bis dies geschieht. Alsdann nimmt man die linke Schraube zurück und verfährt in gleicher Weise, um die rechte Kontaktschraube zu regulieren. Dieses Verfahren ist zugleich ein Mittel, um den guten Zustand und das richtige Arbeiten des Relais zu prüfen. Die richtige Einstellung ist nämlich um so schwerer zu erhalten, je kleiner der Zwischenraum zwischen Anker und Kernen gemacht wird; dabei hindert der geringste Widerstand in der Drehung der Ankerachse, mag er in dem schlechten Zustande der Drehpunkte oder Lager, in der Reibung der Achse auf den Polschuhen oder auch in der Adhäsion der Kontakte infolge von mangelhafter Reinigung oder feuchter Luft liegen, dass der Anker von demjenigen Kerne, den er zuletzt berührt hat, angezogen wird.

Neben den Dauermagneten ist eine dünne Messingstange um ihren unteren Befestigungspunkt drehbar angebracht, deren oberes Ende durch eine schwache Spiralfeder mit der Ankerzunge verbunden ist. Durch Verschieben der Stange in der zur Relaisachse senkrechten Ebene kann Stärke und Richtung des von der Feder auf die Zunge ausgeübten Zuges verändert und so das Relais während des Arbeitens schnell reguliert werden.

Um Erschütterungen von dem Relais fernzuhalten, wird es auf eine auf der Tischplatte befestigte Sprungfeder gestellt.

4. Der Verteiler.

Je nach der Zahl der anzuschliessenden Apparatsätze sind die Verteiler verschieden eingerichtet. Wir legen unserer Beschreibung den Verteiler des vierfachen Baudot zu Grunde.

Kontaktplatten.

Er hat zwei Kontaktplatten, eine auf der hinteren, die andere auf der vorderen Seite seines Messinggehäuses, das dem Gehäuse des Druckapparats gleicht und ebenfalls auf einem hölzernen Sockel steht. Jede Kontaktplatte besteht aus einem kreisrunden Messingrahmen, einer diesen ausfüllenden Ebonitscheibe und den in letztere konzentrisch eingesetzten sechs Bronzeringen, von denen einzelne voll, die anderen in mehrere Teile oder Kontaktstücke zerschnitten sind (Fig. 214). Die Ringe und Kontaktstücke sind an der Ebonitscheibe durch Messingschrauben befestigt, welche unterhalb der Scheibe zugleich zur Aufnahme der Verbindungsdrähte dienen. Diese laufen, zu Kabeln vereinigt, nach einem rechteckigen, kastenartigen Ausschnitt des Verteilertisches und endigen dort an Doppelklemmen, welche die Verbindung mit den von den Gebe- und Druckapparaten kommenden Kabeln herstellen.

Hinsichtlich des Triebwerkes stimmt der Verteiler mit den Druckapparaten überein, jedoch trägt die Achse X_2 (vgl. Fig. 208) die Reguliervorrichtung nicht hinter, sondern vor dem Gehäuse. Der Achse X_1 im Druckapparat entspricht beim Verteiler die die Kontaktbürsten tragende Achse. An diese Achse (X, vgl. Fig. 216) ist an jedem Ende, vor der Kontaktplatte, mittelst einer Muffe der dreiarmige Bürstenträger (Fig. 215) angesetzt. Zwei Arme des Trägers sind aus einem Stück gefertigt, der dritte ist gegen die andern verstellbar. An seinem Ende hat jeder Arm eine Klemmvorrichtung und hält damit den mit Elfenbein umkleideten Stiel des Bürstenpaars. Letzteres besteht aus einem Halter von Messing mit zwei eingesetzten Pinseln von sehr schwachem Bronzedraht. An dem vorderen Bürstenträger sind nur zwei Arme mit Bürsten ausgerüstet. Die Bürstenpaare sind um 120° gegeneinander versetzt.

Fig. 214 giebt eine Ansicht der beiden Verteilerplatten. Die hintere Platte enthält von aussen nach innen die Ringe 1—6; die vier Ringe der vorderen Platte, welche benutzt werden, bezeichnen wir mit den Nummern 7—10. Ring 1 hat 24 Kontakte, von denen 20 mit den gleichnamigen Kontakten

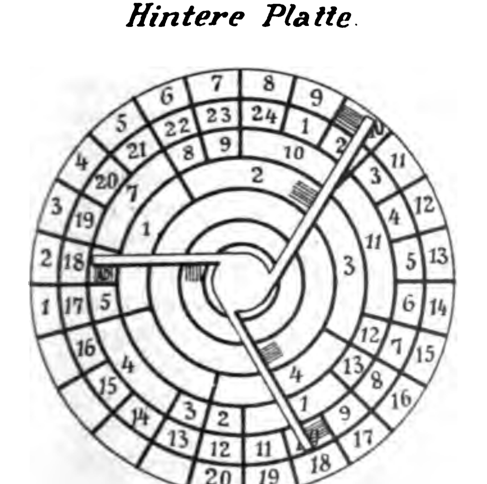


Fig. 214 a.

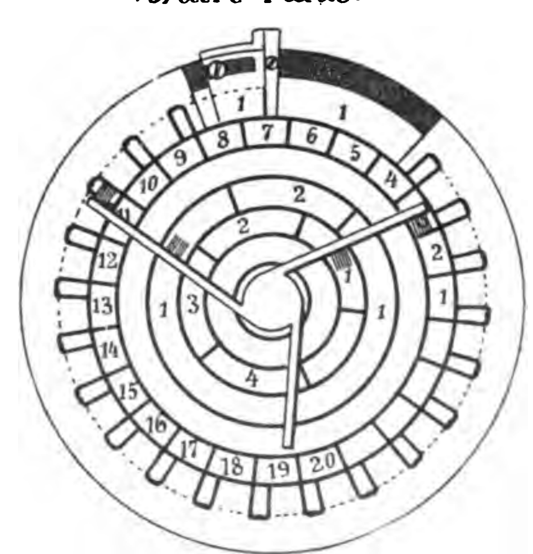


Fig. 214 b.

des Ringes 8 und zugleich mit den 20 Kombinator-Elektromagneten der vier Druckapparate verbunden sind. Von Ring 2 stehen die Kontakte 1—20 mit den Tastenhebeln der vier Geber in Verbindung, 21—24 dienen Korrektionszwecken. Ring 3 hat von den Kontakten 1, 4, 7, 10 Verbindung nach den Brems-Elektromagneten der vier Druckapparate, von 12, 2, 5, 8 nach den Taktschlägern der vier Geber. Von den Kontakten 1—4 des 4. Ringes führen Drähte nach den Umschaltern der Geber (vgl. Fig. 218). Am 5. Ringe liegt die Leitung, am 6. die Ortsbatterie für die Bremsen und Taktschläger. Im 7. Ringe (vordere Platte) sind die schmalen Kontakte sämtlich mit den Umwindungen des Empfangsrelais, im 9. Ringe Stück 1 mit dem Druckrelais, Stück 2 mit dem Korrektions-Elektromagnet verbunden, während die Kontakte 1—4 des 10. Ringes nach den Geberumschaltern Verbindung haben (Fig. 218). Durch je ein Bürstenpaar werden in leitende Verbindung gesetzt Ring 1 mit 4, 2 mit 5, 3 mit 6, 7 mit 9 und 8 mit 10.

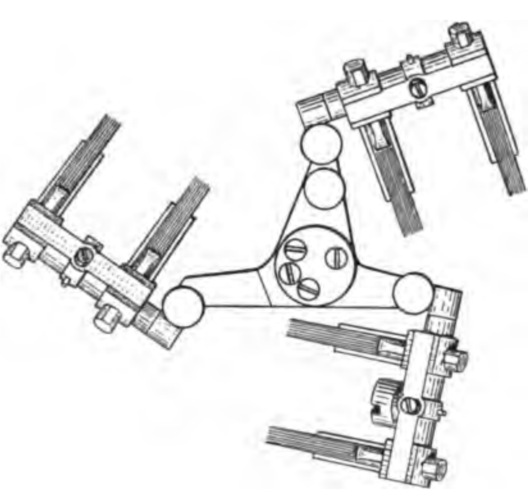


Fig. 215.

Regulator.

Der Regulator. — Er ist von ähnlicher Einrichtung, wie die Reguliervorrichtung des Druckapparats, jedoch ohne Bremse (vgl. Fig. 208 u. 211). Die beiden Spiralfedern liegen in der Achsenebene und sind mit einem Ende an dem auf der Achse sitzenden Galgen festgehakt, während sie am andern Ende die bewegliche Masse m tragen, in die sie mehr oder weniger tief eingeschraubt werden können. Die aus Bronze bestehende Masse m hat die Form eines achtseitigen Prismas und wiegt 36 g. Ein breiter Schutzring aus Messingblech umgiebt den Regulator.

Der Regulator hat die Aufgabe, die Umlaufsgeschwindigkeit der Verteilerachse genau gleichförmig zu gestalten. Er muss zu dem Zweck die überschüssige Triebkraft, die zur Überwindung der Reibung der sich bewegenden Teile nicht erforderlich ist und deren Laufgeschwindigkeit stetig erhöhen würde, aufnehmen und verzehren. Dieser Überschuss ist aber nicht konstant, sondern schwankt infolge kleiner Schwankungen der Reibung oder sonstiger Hemmnisse, die im Gange des Laufwerks unvermeidlich sind; der Regulator soll sich diesen Schwankungen genau anpassen und je nach Bedarf mehr oder weniger Energie verzehren.

Im Ruhezustand ist der Regulator so eingestellt, dass der Schwerpunkt der beweglichen Masse m nahezu mit der Drehungsachse zusammenfällt und die beiden Spiralfedern ohne Spannung sind. Wird die Achse in Drehung versetzt, so entfernt sich die Masse m vermöge der Schwungkraft, indem sie die Federn verlängert, von der Achse soweit, bis die Federspannung ihrer Centrifugalkraft das Gleichgewicht hält. Die Spannkraft der Federn ist deren Verlängerung proportional, also gleich ar, wenn a den Proportionalitätsfaktor und r die Verlängerung bezeichnet, welch letztere zugleich den Abstand des Schwerpunkts der Masse m von der Achse darstellt. Die Centrifugalkraft der

Masse m wird ausgedrückt durch die Formel mw^2r, wo w die Winkelgeschwindigkeit bedeutet. Es muss stets $ar = mw^2r$ und $a = mw^2$ sein.

Die Centrifugalkraft der Masse m überträgt sich, indem sie die Federn auszieht, auf deren an der Achse befestigten Stützpunkt und damit auf die Achse selbst, biegt diese seitwärts aus und vergrössert ihre Reibung im Achslager. Der Regulator wirkt demnach in der Weise, dass er genau in dem Maasse, in welchem der Kraftüberschuss des Triebwerks jeweils zu- oder abnimmt, die Reibung im Lager seiner Achse vergrössert oder verkleinert. Hierin unterscheidet er sich nicht wesentlich vom Hughesregulator, der durch Vermehrung oder Verminderung des Druckes auf seinen Bremsklotz wirkt. Da aber beim Hughes r konstant ist, so kann eine Änderung der Schwungkraft nur durch Änderung der Geschwindigkeit w zum Ausdruck kommen. Derartige Geschwindigkeitsänderungen, mögen sie auch von noch so kurzer Dauer sein, hat nun Baudot bei seinem Regulator, und das ist ein wesentlicher Vorzug, dadurch vermieden, dass er r veränderlich machte. Infolge dessen äussert sich, wenn eine Schwankung in dem Kraftüberschuss des Triebwerks eintritt, die entsprechende Änderung der Schwungkraft von m nicht in einer Zu- oder Abnahme der Drehgeschwindigkeit, sondern in einer Vergrösserung oder Verkleinerung von r. Es bleibt stets die Winkelgeschwindigkeit $w = \sqrt{\frac{a}{m}}$.

Will man die Geschwindigkeit vergrössern, so hat man entweder a grösser oder m kleiner zu machen. Jenes geschieht durch Verkürzung der wirksamen Federnlänge, indem man sie tiefer in die Masse m hineindreht. Um die Masse m zu verkleinern, nimmt man von ihr ein oder mehrere der vorhandenen Schräubchen mit darunter gelegten Kupferplättchen ab. Zur Herbeiführung einer geringeren Laufgeschwindigkeit ist umgekehrt zu verfahren.

Da es nicht möglich ist, den Schwerpunkt der Masse m im Ruhezustande in den Achsenmittelpunkt zu bringen, so müssen die beiden Spiralfedern von vorn herein eine gewisse Spannung erhalten. Ob diese richtig gewählt war, erkennt man eben daran, dass sich die Laufgeschwindigkeit bei verschiedenen Werten von r nicht ändern darf. Ergiebt sich dagegen, dass mit wachsenden Ausschlägen von m die Geschwindigkeit zunimmt und umgekehrt, so deutet dies auf zu geringe Anfangsspannung hin (d. h. das zu den Federn gehörige r ist kleiner als das r der Masse m). Ändert sich die Geschwindigkeit im umgekehrten Sinne wie die Grösse des Ausschlags, so waren die Federn anfangs zu stark gespannt.

Um den Regulator in gutem Zustande zu erhalten, hat man sich öfter davon zu überzeugen, ob die Masse m auf ihren Führungsstiften leicht beweglich ist, ob die beiden Federn genau gleiche Länge haben, und ob sie gut festgelegt sind.

Korrektionsvorrichtung.

Die Korrektionsvorrichtung. — Ein dauernder genauer Gleichlauf der miteinander verbundenen Verteiler zweier Ämter kann durch die Regulatoren allein nicht erzielt werden; dazu bedarf es noch einer Einrichtung, welche bei jedem Achsenumlaufe die unvermeidlichen geringen Abweichungen, sobald sie eine gewisse Grösse erreichen, selbstthätig ausgleicht. Die Korrektion wird immer von dem einen Amte gegeben, von dem andern empfangen. Ihre Wirkung bei dem sie empfangenden Amte, wo der Verteiler ein wenig schneller als bei dem ersten Amte läuft, besteht darin, dass sie die vorgelaufene Verteilerachse um einen kleinen Winkel (etwa 1^0) zurückdreht.

Die Verteilerachse X (Fig. 216) empfängt den Antrieb von dem Rade R_1 durch das Rad R_2. Letzteres und das mit ihm fest vereinigte Zahnrad R_3 sitzen lose auf der Achse X; auf dieser befestigt ist die Messingscheibe V,

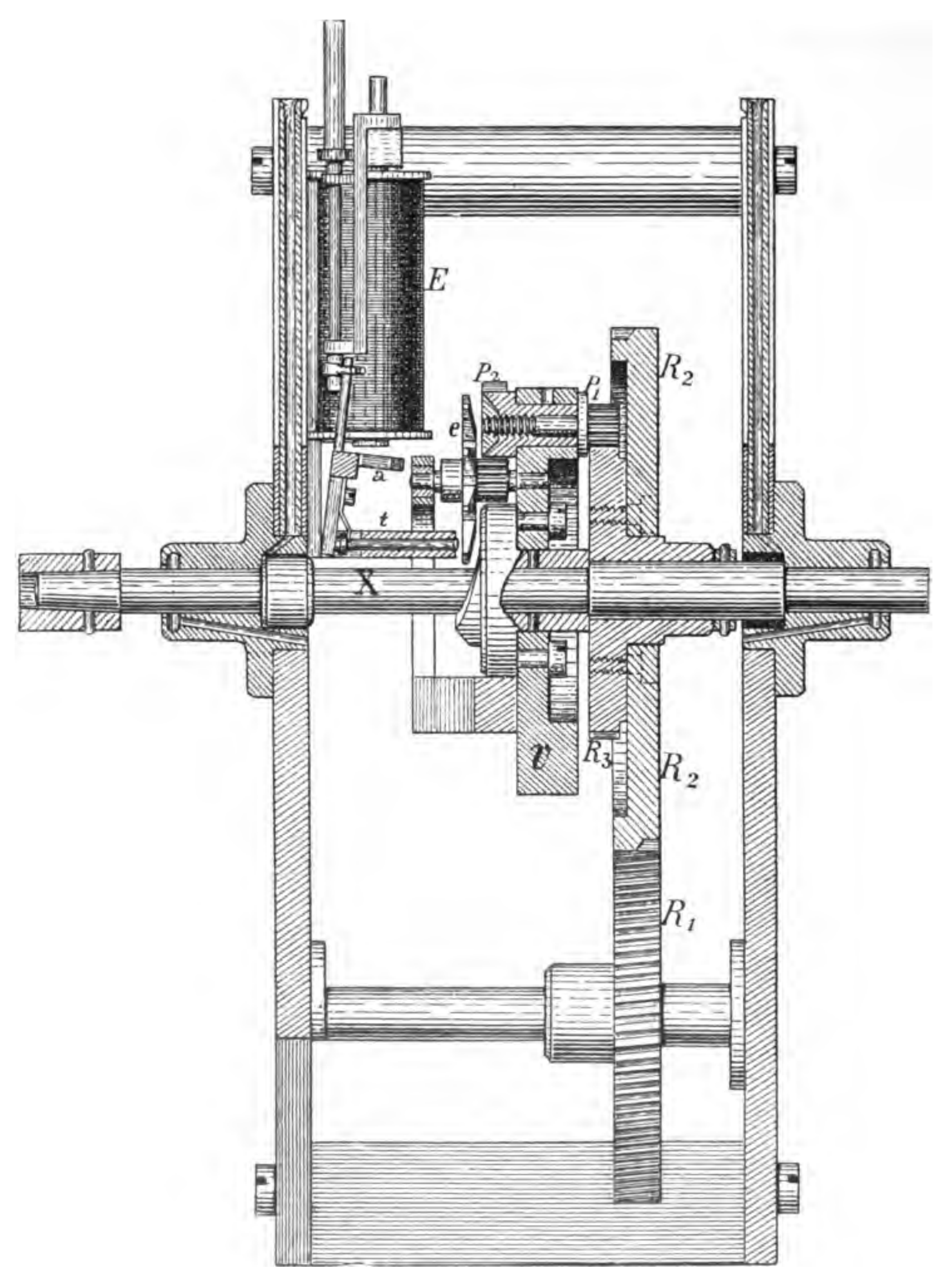


Fig. 216.

in welcher die Achsen der Zahnräder p_1, p_2 und des Sternrads e mit dem Triebe p_3 gelagert sind. R_3 steht in Eingriff mit p_1, p_2 mit p_3. Das Rad e hat beim vierfachen Baudot 15 Zähne. Ein cylinderförmiger Daumen, der

am Ende einer an der Scheibe V befestigten Blattfeder sitzt, wird von dieser zwischen zwei Speichen des Sternrads gedrückt und verhindert so dessen Drehung, sodass V und damit die Achse X an der Drehung der Räder R_2 R_3 teilnehmen muss (Fig. 217).

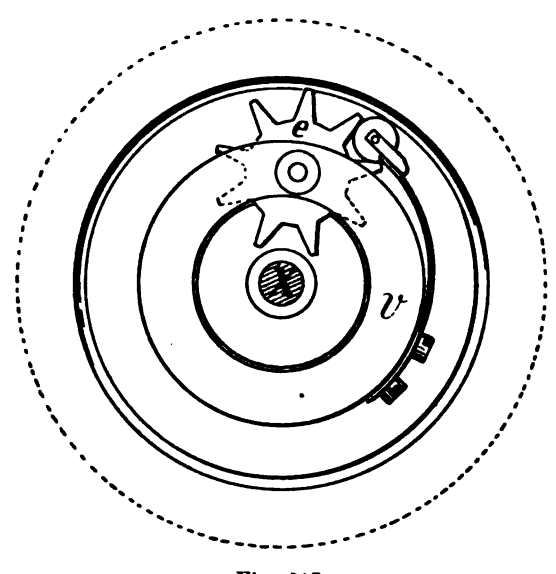


Fig. 217.

Der ankommende Korrektionsstrom durchfliesst den Elektromagnet E und bewirkt die Anziehung des Ankers a, wobei dessen nach unten gerichteter Arm den Stahlstift t nach rechts in die Ebene des Sternrads hineintreibt. Das Sternrad stösst, sobald es bei seiner Drehung um die Achse X herankommt, mit der vordersten Speiche gegen den Stift und dreht sich, um von dem Stift wieder frei zu kommen, ein wenig um seine eigene Achse; dabei wird der Daumen aus seiner Speichenlücke herausgedrängt und fällt in die nächste Lücke ein. Das Sternrad wird also durch den Anprall um $^1/_{15}$ seines Umfangs gedreht, die Drehung überträgt sich durch p_3 p_2 p_1 auf den Angriffspunkt zwischen p_1 und R_3, welcher entsprechend zurückgeschoben wird; die Achse X ist somit, ohne dass eine Hemmung des Triebwerks stattgefunden hat, durch die Korrektion zurückgedreht worden. Der Stift t wird sofort, nachdem er das Rad e berührt hat, durch einen seitlich an der Scheibe V sitzenden Daumen wieder zurückgeschoben.

5. *Die Schaltung eines vierfachen Baudotsystems.*

In Fig. 218 ist der Übersichtlichkeit wegen ausser den drei Relais nur ein Verteilersektor nebst dem zugehörigen Geber gezeichnet.

Das Geben. — Der Kurbelumschalter am Geber steht auf „Senden“, d. h. Kurbel nach links. Wenn die Bürste 3 über den Kontakt 12 geht, fliesst aus der Taktschlägerbatterie ein Strom über Ring 6, Bürsten 6/3, Kontakt 12 zum Geber I und daselbst durch die Elektromagnete der Tasten 4 und 5 und den Taktschläger zur Erde. Letzterer giebt das Zeichen, die Elektromagnete lassen die Tasten 4 und 5, falls sie gedrückt waren, los. Der Telegraphist greift sofort die nächste Kombination, z. B. den Buchstaben T, dargestellt durch die Tasten 1, 3, 5. Dann fliesst, während die Bürste 2 über die Kontakte 1 bis 5 hingleitet, die Stromkombination $+ - + - +$ von den Tastenhebeln über die Kontakte 1 bis 5 des 2. Ringes, das Bürstenpaar 2/5 und den 5. Ring in die Leitung.

Das Geben.

Von der Leitungsklemme L führt eine Abzweigung durch einen Rheostaten, in welchem 3—10000 Ohm Widerstand eingeschaltet sind, und durch das Kontrolrelais hindurch zur Erde. Das Kontrolrelais spricht daher auf die abgehenden Ströme an, auf jeden positiven Strom nach rechts, auf jeden

negativen nach links. Die Relais sind so eingestellt, dass die Zunge an jedem Kontakte liegen bleibt, bis sie von einem Strome entgegengesetzter Richtung umgelegt wird. Die positiven Ströme überträgt das Relais, dessen rechte Anschlagschraube mit der Druckbatterie verbunden ist, auf den Druckapparat, wobei der Stromweg vom Relaiskörper über den Kurbelumschalter zu Ring 4, über die Bürsten 4/1 und die entsprechenden Kontakte des 1. Ringes zu den Elektromagneten des Druckapparats führt; bei dem gewählten Beispiel würden Ströme über den 1., 3., 5. Kontakt des 1. Ringes in die gleichnamigen Druckelektromagnete fliessen. Das abgehende Zeichen wird sonach auf dem eigenen Empfänger zur Kontrole mitgedruckt. Um dem Kontrolrelais die nötige Zeit zum Ansprechen zu geben, gelangt die Bürste 1 etwas später als Bürste 2 zu den gleichnamigen Kontakten.

Das Empfangen.

Das Empfangen. — Der Kurbelumschalter steht auf „Nehmen", d. h. Kurbelknopf rechts. Die aus der Leitung kommenden Ströme fliessen über die Klemme *L* zum 5. Ringe, über das Bürstenpaar 5/2 zu den Kontakten des 2. Ringes, weiter zu den Tastenhebeln und der Ruheschiene des Gebers, über den Kurbelumschalter zum Empfangsrelais und von da zur Erde. Ein Teil jedes Stromes geht von Klemme *L* durch das Kontrolrelais zur Erde; dieses setzt aber, weil sein Ortsstromkreis im Kurbelumschalter unterbrochen ist, den Druckapparat nicht in Thätigkeit. Das thut vielmehr das Empfangsrelais, und zwar durch Vermittelung des Druckrelais. Der Körper des Empfangsrelais ist über Ring 7, das Bürstenpaar 7/9 und Ring 9 mit dem Druckrelais verbunden und sendet, je nachdem die Zunge nach links oder rechts anspricht, einen negativen oder positiven Strom aus den beiden Relaisbatterien nach dem Druckrelais. Beide Relais machen demnach dieselben Bewegungen. Die Zunge des Druckrelais sendet, so oft sie auf einen positiven Strom, nach rechts, anspricht, einen Strom der Druckbatterie über den Kurbelumschalter, Ring 10, Bürstenpaar 10/8 und Ring 8 nach dem entsprechenden Elektromagnet des Druckapparats.

Die Zwischenschiebung des Druckrelais geschieht aus folgenden Gründen. Zwischen dem Abgang des Stromes vom gebenden und der Ankunft auf dem empfangenden Amte verfliesst eine gewisse Zeit, die mit der Leitungslänge wächst und im übrigen je nach dem elektrischen Zustande der Leitung schwankend ist. Infolge dessen würden Ströme oder Stromteile oft nicht zum richtigen Elektromagnet gelangen, wenn man sie dem Druckapparat unter Benutzung der Ringe 4 und 1 zuführen wollte. Baudot hat daher zu dem Mittel gegriffen, von den ankommenden Strömen nur den mittleren Teil wirksam zu machen, den Anfang und das Ende jedoch unbenutzt zu lassen. Zu dem Zwecke sind die Kontakte des Ringes 7 verkürzt (vgl. auch Fig. 214). Bei Leitungen bis 400 km etwa genügt eine Verkürzung auf die Hälfte; die Kontakte geben dabei Ströme von $^1/_{144}$ Sekunde Dauer, die zur Bethätigung der Druckelektromagnete noch ausreicht. Bei längeren Leitungen geht man mit der Verkürzung bis auf $^1/_4$, was einer Stromdauer von $^1/_{288}$ Sekunde entspricht. So kurze Ströme bringen zwar noch ein empfindliches Relais, aber nicht mehr die Druckelektromagnete sicher zum Ansprechen; man lässt sie daher auf das Druckrelais wirken und dieses längere Ströme weiter geben. Ist z. B., während die Bürste 2 über den Kontakt 1 streicht, ein positiver Strom aus der Leitung eingegangen und darauf, während sie Kontakt 2 berührt, ein negativer, so sendet das Empfangsrelais einen positiven Ortsstrom nach dem Druckrelais, während die Bürste 7 den Kontakt *c* berührt; die

Zunge des Druckrelais legt sich nach rechts und bleibt liegen, bis die Bürste 7 zum Kontakt *d* gelangt und einen negativen Strom schickt. Das Druckrelais

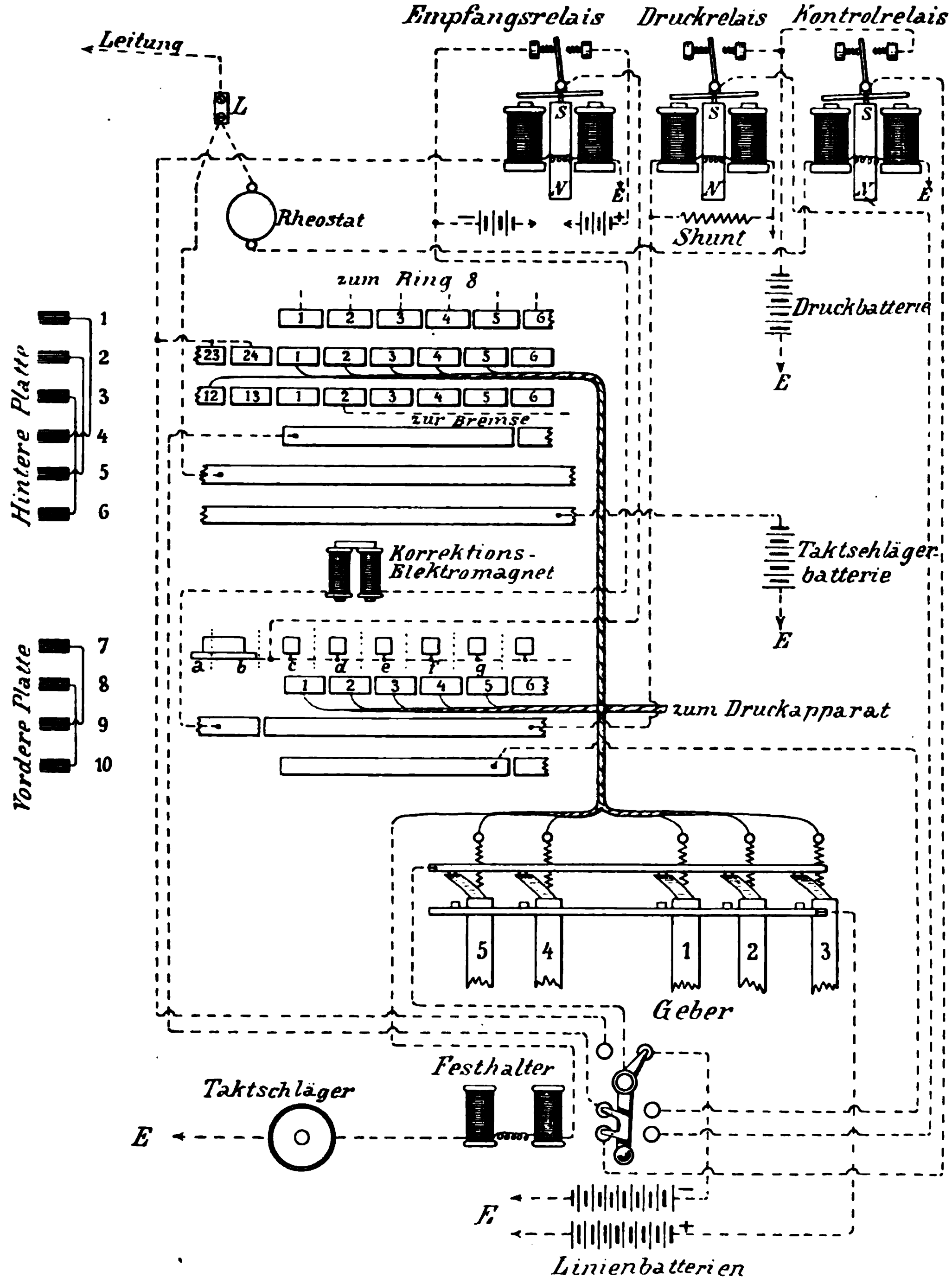


Fig. 218.

giebt also, obwohl es Ströme von nur $^1/_{288}$ Sekunde empfängt, solche von $^1/_{72}$ Sekunde weiter. Den Windungen des Druckrelais ist ein Zweigwider-

stand parallel geschaltet; dieser ermöglicht dem Öffnungsextrastrom sich zu entwickeln und die Wirkung des kurzen Stromstosses etwas zu verlängern, wodurch das Ansprechen des Relais gesichert wird.

Zu gleichem Zwecke und zur Verhinderung des Öffnungsfunkens am Relais ist auch jedem der sechs Elektromagnete des Druckapparats, deren Rollenwiderstand je 50 Ohm beträgt, ein Zweigwiderstand von 200 Ohm parallel geschaltet; der Draht des Zweigwiderstandes ist bifilar über die Elektromagnetrolle gewickelt.

Der Korrektionsstrom.

Der Korrektionsstrom. — Bei dem die Korrektion empfangenden Amte sind die Kontakte 21—24 des 2. Ringes mit dem Empfangsrelais verbunden; bei dem die Korrektion gebenden Amte sind die Kontakte 21 und 22 frei, während 23 mit der positiven und 24 mit der negativen Linienbatterie in Verbindung steht. Das letztere Amt sendet daher bei jedem Verteilerumlauf einen positiven und sofort darauf einen negativen Korrektionsstrom über die Bürsten 2/5 in die Leitung. Bei dem empfangenden Amte fliessen diese Ströme durch das Empfangsrelais und legen dessen Zunge erst rechts, dann links. Während der Dauer des positiven Stromes schliesst die Zunge den Stromkreis ihrer positiven Batterie über Ring 7, die Bürsten 7/9, Ring 9, den Korrektions-Elektromagnet und die negative Relaisbatterie, falls die Bürste 7 den beweglichen Kontakt *ab* berührt. Letzteres geschieht, wenn die Verteilerachse wenigstens um $^1/_{480}$ Umdrehung vorgelaufen ist. Der Anker des Elektromagnets wird dann angezogen und schiebt den Stift vor, der die Korrektion bewirkt.

Der Geschwindigkeitsüberschuss des korrigierten Verteilers soll gleich der Hälfte des Rückstosses sein, sodass die Korrektion bei jeder zweiten Umdrehung wirkt.

Installation.

Installation. — Zu einem vierfachen Baudotsystem gehören je ein zweites Empfangs- und Druckrelais. Die Umschaltung auf diese Aushülfsrelais erfolgt mittelst eines Walzenumschalters mit 3 × 7 Kontakten. Die Leitung ist zunächst an einen Umschalter IV geführt, von wo sie entweder auf den Verteiler oder auf einen Morseapparat geschaltet werden kann. Die Relais stehen zum Schutz gegen äussere Erschütterungen auf Sprungfedern.

Für ein zweifaches Baudotsystem ist die Schaltung wesentlich einfacher. Es genügt ein einziges Relais, welches sowohl auf die ankommenden als auf die abgehenden Ströme anspricht. Der Verteiler hat nur die Ringe 1—6 und nur eine Platte. Ring 2 hat 13 Kontakte, die also fast doppelt so breit sind wie beim vierfachen System. Infolge dessen können die verkürzten Kontakte für die Druckelektromagnete den Ring 1 bilden und zugleich den Kontroldruck vermitteln.

6. Die Baudotübertragung.

Da der Baudotapparat mit Strömen beider Richtungen arbeitet, also beide Kontakte der Übertragungsrelais zur Batteriezuführung gebraucht werden, so kommt man mit den gewöhnlichen Übertragungsschaltungen nicht aus, sondern bedarf daneben eines automatischen Umschalters, der den Richtungswechsel beim Übertragen vermittelt. Das Übertragungsamt erhält deshalb ebenfalls einen Verteiler, welcher die beiden Leitungszweige im regelmässigen Wechsel auf das eine und das andere Relais zu schalten hat.

In welcher Weise der Baudotbetrieb auf einer Leitung mit Übertragung Berlin—(Coblenz—)Paris vor sich geht, wird durch Fig. 219 veranschaulicht. Die Einrichtung ist so getroffen, dass auf den Apparatsätzen *I* und *II* nur in der Richtung Paris—Berlin, auf den Apparatsätzen *III* und *IV* nur in der Richtung Berlin—Paris gegeben wird. Zwischen Abgang und Ankunft des Stromes verfliesst eine merkliche Zeit. Wenn in Paris die Bürste den Kontakt 10 verlässt und aufhört zu geben, so ist in Berlin der Eingang der Ströme noch nicht beendet, sondern erst zwei Kontakte später, und zwei weitere Kontakte muss die Bürste in Paris zurücklegen, bis der erste Strom von Berlin ankommt. Beim Wechsel zwischen Geben und Empfangen tritt also in Paris, und ebenso später in Berlin, eine Pause von vier Kontakten ein.

Die Einschaltung unbenutzter Kontakte in den Verteilern ist natürlich auch auf den o h n e Übertragung betriebenen Leitungen nötig; beim zwei-

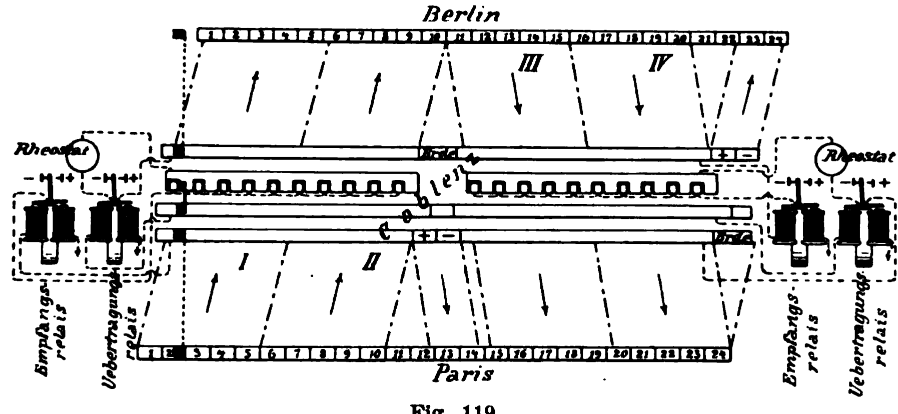


Fig. 119.

fachen Baudot genügt einer, beim drei- und vierfachen Baudot sind es zwei, beim sechsfachen drei. Die Gesamtzahl der Ringkontakte beträgt demnach $2 \cdot 5 + 2 + 1 = 13$ bez. 19, 24, 35.

Die Pause beim Richtungswechsel wird auf Leitungen mit Übertragung zum Entsenden der Korrektionsströme benutzt. Das Übertragungsamt Coblenz giebt die Korrektion nach Paris, sobald der letzte Strom von Paris durchgegangen ist, und ebenso später nach Berlin.

Beim Beginn des Verteilerumlaufs werden in Coblenz die von Paris ankommenden Ströme vom unteren Ringe dem Empfangsrelais links zugeführt; dieses sendet Ortsströme über die beiden mittleren Ringe in das weitergebende Relais und veranlasst es dadurch zur Weitersendung neuer Linienströme nach Berlin. Die Verkürzung der Kontakte des 3. Ringes und die Einschiebung des 2. Relais sind zu dem Zwecke erfolgt, zur Verhütung unbeabsichtigter Stromwirkungen nur die mittleren Teile der ankommenden Ströme wirksam zu machen und trotzdem Ströme von normaler Dauer weiterzusenden.

Nachdem die Bürsten die ersten beiden Sektoren durchlaufen haben, entsenden sie die Korrektionsströme nach Paris und legen darauf die Leitung von Paris an den Körper des Übertragungsrelais rechts, die Leitung von Berlin aber an die Umwindungen des Empfangsrelais. Die Übertragung erfolgt nun in umgekehrter Richtung.

Fig. 220 zeigt die Einrichtung des Verteilers auf dem Übertragungsamte. Die vordere Platte enthält die Ringe 1—6, die hintere Platte die Ringe 7 und 8. Das Amt ist, um die durchgehende Korrespondenz beobachten zu können, mit einem Geber, einem Druckapparat und zwei Klopfern ausgerüstet. Von jedem weitergehenden Strome fliesst ein Zweig in das Kontrolrelais, welches ihn je nach der Stellung eines Umschalters entweder auf den Klopfer oder auf den Druckapparat überträgt. Für jede Seite sind ausser dem Kontrolrelais zwei Sätze Empfangs- und Weitergaberelais vorhanden, die mittelst eines Walzenumschalters vertauscht werden können. Im

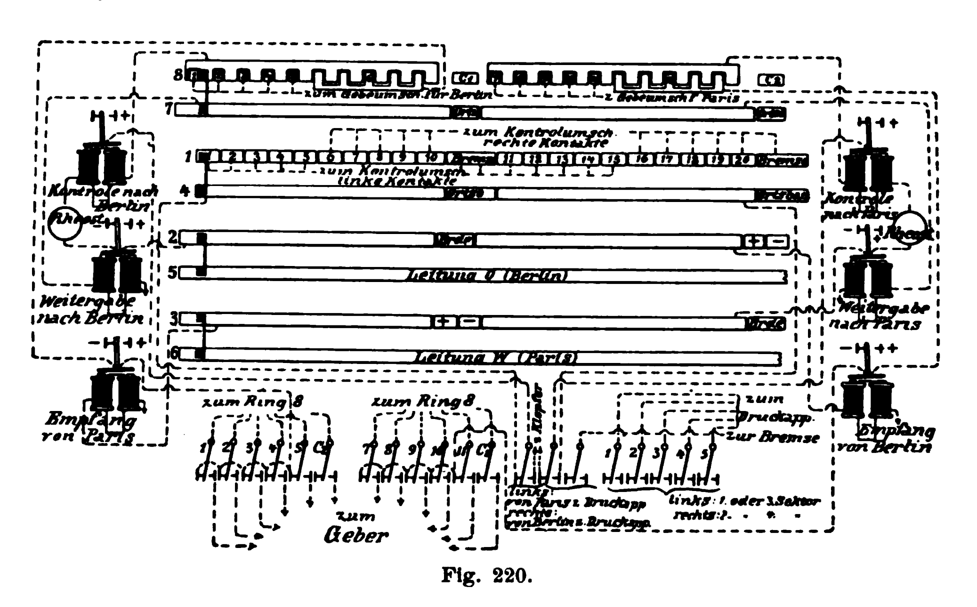


Fig. 220.

Ganzen gehören also zehn Relais zu der Übertragung. Ein Stöpselumschalter mit fünf Schienen ermöglicht, jeden Leitungszweig direkt auf einen Morseapparat zu schalten.

Der Baudotapparat hat namentlich in Frankreich ausgedehnte Verwendung gefunden und ist auf mehreren von Paris ausgehenden internationalen Leitungen von grosser Länge (nach Berlin, Wien, Rom, London, Bern) im Betriebe. Jeder einzelne der an den Verteiler angeschlossenen Apparatsätze leistet fast ebenso viel wie ein Hughesapparat. Das Baudotsystem arbeitet trotz seiner verwickelten Einrichtung sehr sicher und ist gegen die wechselnden Isolationsverhältnisse der Leitung wenig empfindlich. Zum Betriebe von Kabelleitungen ist es jedoch wegen der kurzen Dauer der benutzten Ströme und wegen der zu grossen Stromverzögerung infolge der Ladungskapazität nicht geeignet.

3. Der achtfache Typendrucker von Rowland.

Einrichtung u. Wirkungsweise.

Einrichtung und Wirkungsweise. — Auf der Weltausstellung in Paris 1900 war ein von Professor H. A. Rowland in Baltimore erfundenes Apparatsystem ausgestellt, das nach Art des Baudotschen Telegraphen gleichzeitig vier Telegramme in einer Richtung zu befördern gestattet. Da die Apparate in Gegensprechschaltung verbunden sind, so können in umgekehrter

Richtung ebenfalls vier Transmissionen betrieben werden. Dieser Telegraph erregte besonderes Aufsehen. Der Geber besteht aus einer Klaviatur nach Art der Schreibmaschinen; er bildet beim Niederdrücken einer einzigen Taste selbstthätig die gewünschte Stromkombination, was dem Telegraphisten die Arbeit sehr erleichtert und schneller zu geben gestattet. Vom Empfänger wird das Telegramm in Typen gedruckt, aber nicht auf einen Streifen, sondern auf ein Blatt Papier, das Ankunftsformular, was wiederum eine Erleichterung für den nehmenden Beamten, nämlich Wegfall des Streifenaufklebens bedeutet.

Der Apparat beruht auf der Verwendung von Wechselströmen, die, von einer kleinen Dynamomaschine erzeugt, beständig die Leitung durchfliessen und sowohl den Synchronismus zwischen den beiden Verteilern aufrecht zu erhalten als auch die Zeichen zu übermitteln haben. Sie gehen beim empfangenden Amte durch ein polarisiertes WHEATSTONEsches Hauptrelais zur Erde, dessen zwei Anker demnach beständig hin und her schwingen. Die eine Ankerzunge giebt dabei die Stromimpulse weiter nach einem Elektromotor, der also mit der Dynamo des andern Amtes synchron laufen muss. Der Gleichlauf beider Verteilerachsen wird nun einfach dadurch hergestellt, dass diese von der Dynamomaschine bez. dem Motor getrieben werden; die Verteilerachse treibt zugleich die Typenräder der vier Empfänger.

Da die Periodenzahl des Wechselstroms 88 beträgt und die Verteiler in der Sekunde vier Umläufe machen, so entfallen auf einen Verteilerquadranten bei jedem Umlauf elf halbe Stromwellen. Aus diesen werden die einzelnen Zeichen dadurch kombiniert, dass jedesmal zwei nicht direkt auf einander folgende halbe Wellen durch den Geber unterdrückt werden. Es lassen sich auf diese Weise 45 verschiedene Kombinationen bilden, von denen ROWLAND aber nur 41 benutzt, nämlich

- 26 für die Buchstaben des Alphabets,
- 8 für die Ziffern (ohne 1 und 0, die wie auf vielen Schreibmaschinen durch die Buchstaben I und O ausgedrückt werden),
- 3 für die Satzzeichen . , —,
- 1 für das Dollarzeichen $ und
- 3 zum Verschieben des Papiers.

Das Papierband ist 15 cm breit und wird nach jedem Telegramm abgeschnitten; es lässt sich in dreierlei Weise verschieben: 1. zur Trennung der Buchstaben und Wörter von rechts nach links, 2. am Schluss einer Zeile zurück in die Anfangslage, 3. vorwärts zur Trennung der Zeilen und Telegramme voneinander.

Der Geber.

Der Geber. — Die Einrichtung des Gebers ist in den Figuren 221, 222 und 223 skizziert. Die Klaviatur besteht aus vier Reihen von je zehn Tastenknöpfen und einer quer darunter liegenden Stange für den Wortzwischenraum. Das Niederdrücken einer Taste bewirkt, dass ihr um O drehbarer Hebel H zwei von den elf rahmenartigen Metallhebeln H' um deren Achse O' dreht, sodass die Hebelenden b mit den Kontaktfedern r in Berührung kommen. Da die Federn r, wie Fig. 223 zeigt, mit den elf Kontakten des zum Geber G gehörigen Verteilerquadranten verbunden sind, die Hebel H' aber mit der Ortsbatterie B, so wird diese jedesmal dann durch das Relais R hindurch geschlossen, wenn und solange der Verteilerarm über diejenigen beiden Kontakte streicht, deren Federn r mit ihrem Hebel H' in Berührung sind. Das Ansprechen des Relais hat aber zur Folge, dass sein Ankerhebel

die Verbindung zwischen der Leitung und der Dynamomaschine D unterbricht und den Abfluss des Wechselstroms verhindert. Da nun der Verteilerarm in seiner Umdrehung mit der Dynamo genau übereinstimmt und jedem Verteilerkontakt eine halbe Stromwelle entspricht, so werden von den elf halben Wellen gerade die zwei unterdrückt, die den beiden durch Tastendruck gehobenen Hebeln H' entsprechen.

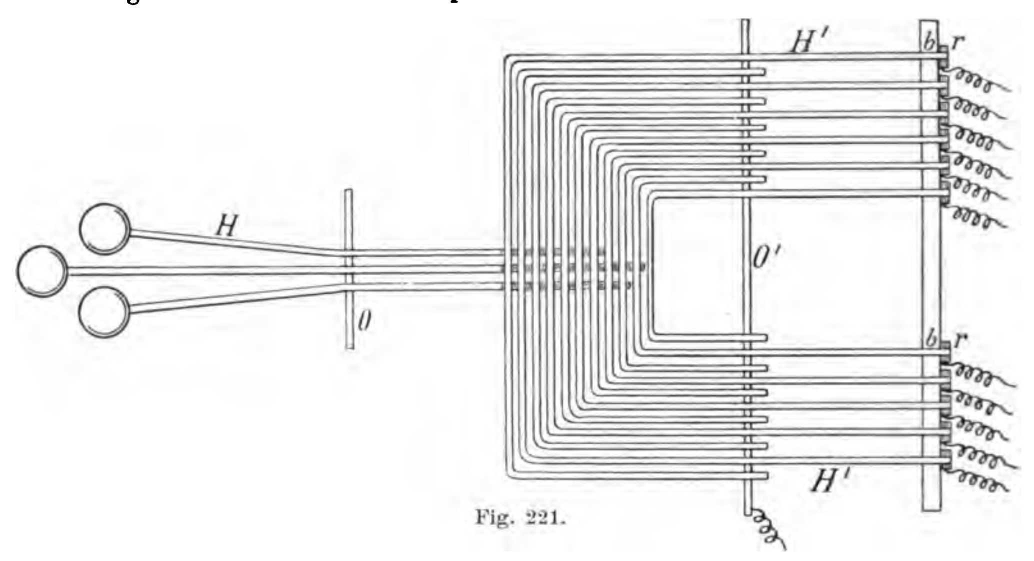


Fig. 221.

Der Elektromagnet E (Fig. 222) dient als Taktschläger und zum Festhalten der gedrückten Tasten. An dem Anker a sitzt unten eine über die elf Hebel H' hinweggreifende Querstange c', unter der jeder Hebel einen Haken c trägt. Der Verteiler sendet bei jedem Umlauf einen kurzen Strom durch E, der Anker a wird kurz angezogen und giebt dem Telegraphisten

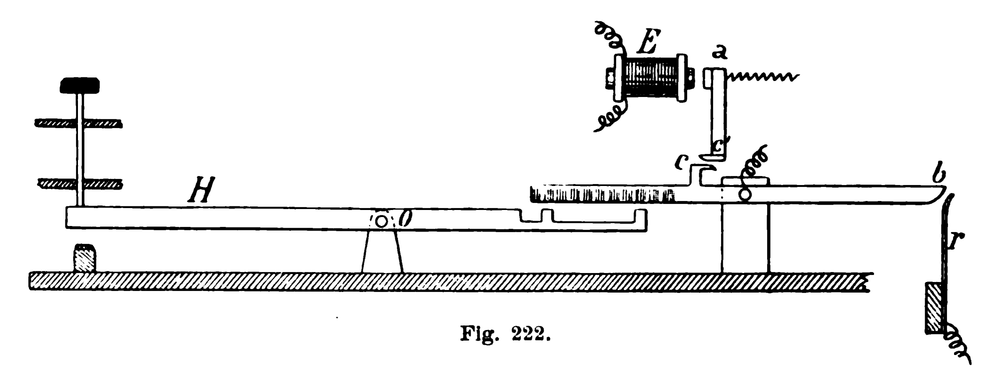


Fig. 222.

das Zeichen, nicht nur durch das Geräusch des Anschlags, sondern auch dadurch, dass er die schon gedrückte Taste tiefer einsinken fühlt. Die Stange c', welche das Heben eines Hebels H' verhindert, giebt nämlich bei Anziehung des Ankers den Weg für den Haken c frei; sie greift dann, während der Anker zurückgeht, unter c und hält den gehobenen Hebel fest bis zur nächsten Ankeranziehung.

Eine weitere Vorrichtung benachrichtigt den gebenden Beamten, wenn eine Zeile voll ist und das Papier verschoben werden muss. Zu dem Zwecke

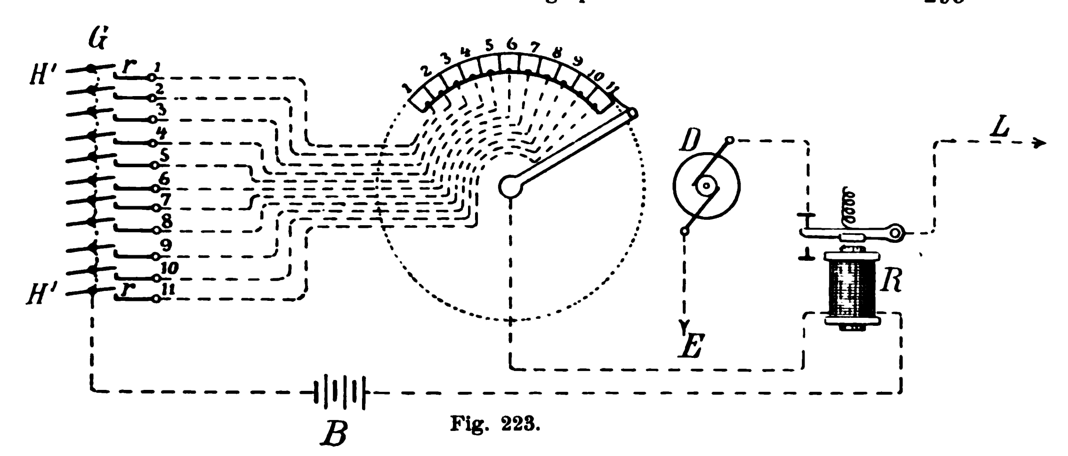


Fig. 223.

hat der Geber einen 12. Hebel, der sich bei jedem Tastendrucke bewegt und den Stromkreis einer Ortsbatterie durch einen Elektromagnet hindurch schliesst; der Anker bethätigt eine Art Zählwerk, das in jedem Augenblick die Lage des Papierbandes unter dem Typenrad angiebt. Das Zählwerk bringt jedesmal eine kleine Glocke zum Tönen, wenn eine Zeile beinahe voll ist.

Der Empfänger.

Der Empfänger. — Die Leitung ist durch das mit zwei Ankern versehene polarisierte Relais R' (Fig. 224) hindurch zur Erde geführt. Der Anker a_1 dient zum Hervorbringen der Zeichen, der Anker a_2 zur Aufrechterhaltung des Synchronismus. Solange kein Zeichen gegeben wird, bewegen sich beide Ankerhebel unter der Einwirkung der in der Leitung ankommenden Wechselströme beständig zwischen ihren Kontakten hin und her: die erste halbe Stromwelle legt die Anker z. B. nach links, die zweite nach rechts, die dritte halbe Welle wieder nach links und so fort. Der Anker a_1 verbindet bei seinen Bewegungen abwechselnd die positive Batterie b_1 und die negative b_2 mit dem Verteilerarm A. Der Verteiler hat in jedem Quadranten elf Kontaktstücke, deren jedes mit einem polarisierten Relais R_1 bis R_{11} verbunden ist. Da die Verteiler beider Ämter synchron laufen, so ersieht man

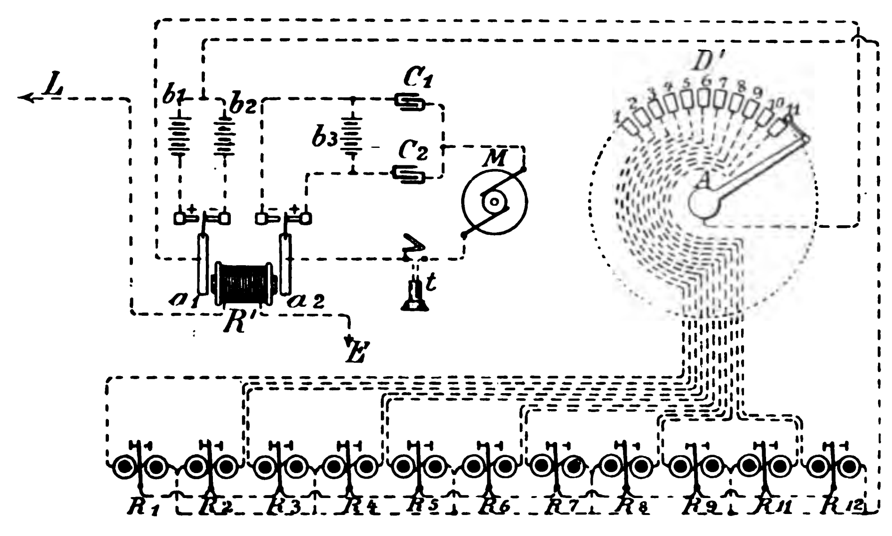


Fig. 224.

leicht, dass die vom gebenden Verteiler kommenden Stromwellen durch das Relais R' und den Verteiler D' so auf die Relais R_1 bis R_{11} übertragen werden, dass die Relais R_1, R_3, R_5 etc. z. B. durch die positiven halben Wellen, die Relais R_2, R_4 etc. aber durch die negativen halben Wellen bethätigt werden, dass jene also positive, diese negative Ströme erhalten. Durch die mit geraden Ziffern bezeichneten Relais führt der Stromweg in umgekehrter Richtung als durch die anderen. Auf diese regelmässigen Ströme sprechen die Relais nicht an, wenn die Anker am Ruhekontakt liegen. Sobald jedoch beim Geben eines Zeichens eine halbe Stromwelle unterdrückt wird, überschlägt auch der Anker a_1 eine Bewegung und bleibt an dem zuletzt erreichten Kontakt liegen; infolge dessen erhält das zu der unterdrückten halben Welle gehörige Relais einen Strom von umgekehrter Richtung wie gewöhnlich und spricht an. Die beim Geben irgend eines Buchstabens oder einer Ziffer stattfindende Unterdrückung zweier nicht benachbarter halben Wellen hat also zur Folge, dass die Ankerhebel der entsprechenden beiden Relais nach dem Arbeitskontakt umgelegt werden.

Die Ankerhebel der elf Relais sind untereinander verbunden, die Arbeitskontakte stehen mit dem Kombinator in Verbindung, dessen Aufgabe es ist, das durch die umgelegten Relaishebel ausgedrückte Zeichen zu übersetzen. Der Kombinator hat Ähnlichkeit mit dem Verteiler; er besteht aus einer Scheibe von Isoliermaterial mit zahlreichen, in drei konzentrischen Ringen angeordneten Kontaktstücken und drei auf den Ringen schleifenden Bürsten. Die Drehgeschwindigkeit der die Bürstenträger bewegenden Achse stimmt mit der des Verteilers genau überein. Die Bürsten schliessen bei ihrem Umlauf auf einen Moment den Stromkreis der Druckbatterie durch den Druckelektromagnet hindurch und über die beiden umgelegten Relaishebel, und zwar gerade in dem Augenblicke, wo die der betreffenden Relaishebelkombination entsprechende Type des Typenrads, das auf der Achse des Kombinators sitzt, sich in Druckstellung befindet. Der Elektromagnet veranlasst alsdann durch Auslösung der Druckvorrichtung den Abdruck der Type. Die Rückführung der Relaishebel in die Ruhelage erfolgt beim nächsten Verteilerumlauf durch die regelmässigen Ströme.

Erhaltung des Synchronismus.

Erhaltung des Synchronismus. — Die Achse des Empfänger-Verteilers D' wird von einem kleinen Gleichstrommotor getrieben. Auf die Achse dieses Motors ist, um ihn im Gleichlauf mit der Wechselstrommaschine des gebenden Amtes zu erhalten, ein kleiner synchroner Wechselstrommotor M aufgesetzt, bestehend aus einer Reihe von Spulen, die sich in einem magnetischen Felde drehen. Der Wechselstrommotor wird durch abwechselnd positive und negative Strompulsationen gespeist, welche der Anker a_2 im Stromkreise der Batterie b_3 hervorbringt. Liegt a_2 am positiven Kontakt, so ladet sich der Kondensator C_1; legt sich a_2 an den negativen Kontakt, so entladet sich C_1. Ladungs- und Entladungsstrom fliessen beide durch den Motor M. Der Kondensator C_2 unterstützt die Wirkung von C_1: er ladet sich, während C_1 sich entladet, und umgekehrt, sein Ladungsstrom hat aber dieselbe Richtung wie der Entladungsstrom von C_1. Der Motor M empfängt also durch das Spiel des Ankers a_2 in rascher Folge abwechselnd positive und negative Ströme, die ihn nötigen, in gleicher Phase mit der Wechselstrommaschine des gebenden Amtes zu laufen.

Der Ausfall von zwei halben Wellen bei jedem Zeichen stört diesen Gleichlauf nicht, denn er hat lediglich zur Folge, dass der Anker a_2 bei

jedem Ausfall während dreier halben Perioden an dem zuletzt erreichten Kontakte liegen bleibt, und somit die Weitergabe eines positiven und eines negativen Stromes nach dem Motor *M* unterdrückt wird.

Die Aufgabe des Motors *M* beschränkt sich darauf, die Laufgeschwindigkeit des treibenden Gleichstrommotors zu berichtigen. Diesem giebt man von vorn herein möglichst genau die erforderliche Geschwindigkeit, indem man die Stärke des ihn treibenden Gleichstroms mit Hülfe eines Rheostaten reguliert. Durch Einschaltung des Telephons t lässt sich die Abgleichung prüfen: wenn nämlich die Phasen des Wechselstrommotors *M* genau übereinstimmen mit denen der gebenden Wechselstrommaschine, wie sie durch die Schwingungen des Ankers a_2 übertragen werden, so hört man im Telephon einen Ton von gleichmässiger Höhe; andernfalls nimmt man eine Reihe von Stössen wahr, die um so schneller aufeinander folgen, je grösser der Geschwindigkeitsunterschied ist. Bei normalem Laufe hat also der Motor *M* keine Arbeit zu leisten. Er tritt aber in Wirksamkeit, sobald der Gleichstrommotor vorläuft oder zurückbleibt; im ersten Falle wirkt er hemmend auf die Bewegung, im zweiten beschleunigend.

4. Der sechsfache Telegraph von Delany.

Das Delanysche Vielfachtelegraphensystem ist ebenfalls mit einem Verteiler ausgerüstet, welcher die Leitung in regelmässigem Wechsel auf die einzelnen Apparatsätze legt. Dies geschieht aber nicht, wie bei den anderen Mehrfachsystemen, während jedes Verteilerumlaufs nur einmal, sondern zwölfmal; jeder Apparatsatz wird daher, da der Verteilerarm drei Umdrehungen in der Sekunde macht, 36mal während jeder Sekunde mit der Leitung verbunden. Infolge dessen kann jeder Apparatsatz (Morseschreiber oder Klopfer) so betrieben werden, als ob er dauernd mit der Leitung in Verbindung stände. Denn es entfallen auf einen Morsepunkt wenigstens zwei Stromstösse, d. h. während der kurzen Zeit, welche die Taste beim Geben eines Punktes gedrückt ist, wird die Leitung wenigstens zweimal mit der Taste verbunden; beim Geben eines Morsestriches fliesst die dreifache Anzahl Stromstösse in die Leitung. Die wiederholten, wenn auch äusserst kurzen Stromstösse eines Morsezeichens bringen das Empfangsrelais sicher zum Ansprechen.

Betriebsschaltung.

Betriebsschaltung. — Das Delanysche System wird namentlich in England als sechsfacher Apparat verwendet, wobei Klopfer als Empfänger dienen. Fig. 225 veranschaulicht die Schaltung eines Apparatsatzes. Von den 162 Kontaktstücken des Verteilers dienen 144 dem Anschluss der Apparate, 18 zu Korrektionszwecken. Jene sind in zwölf Gruppen zu je zwölf geteilt; von jeder Gruppe gehören die Kontaktstücke 1 und 2 zum ersten, 3 und 4 zum zweiten, 5 und 6 zum dritten Apparatsatz u. s. w. Das erste Kontaktstück ist mit der Taste, das zweite mit dem Empfangsrelais verbunden, und es stehen die gleichbezifferten Kontaktstücke der verschiedenen Gruppen untereinander in Verbindung. Drückt man Taste, so fliesst der Strom der Linienbatterie *LB* jedesmal dann in die Leitung, während der Verteilerarm über ein Kontaktstück 1 hinwegschleift, also zwölfmal bei jeder Umdrehung, 36mal in der Sekunde und mindestens zweimal bei einem kurzen Morsepunkte.

Die ankommenden Ströme können von beiden Kontaktstücken 1 und 2 zum Empfangsrelais *R* gelangen; bei längeren Leitungen werden sie wegen der Stromverzögerung infolge der Kapazität hauptsächlich vom Kontaktstück 2

abgenommen. Beträgt die Stromverzögerung auf einer Leitung mehr als 0,002 Sekunden, d. i. die Zeit, welche der Verteilerarm zum Überstreichen eines Kontaktstücks braucht, so kann erst der dritte Sektor den ankommenden Strom abnehmen. Man muss in diesem Falle drei Kontaktstücke in jeder Gruppe für den einzelnen Apparatsatz verwenden und kann nur vier Apparatsätze anschliessen.

Die Empfangsrelais R haben 1200 Ohm Widerstand und hohe Selbstinduktion; letztere verlängert im Verein mit der Kapazität des parallel geschalteten Kondensators C von 10 Mf. Kapazität die magnetisierende Wirkung der sehr kurzen Linienströme in dem Grade, dass das mit sehr schwerem Anker versehene Relais ebenso anspricht, als ob es während der ganzen Dauer des Tastendrucks von einem konstanten Strome durchflossen würde. Das Relais setzt beim Ansprechen den im Stromkreise der Batterie OB liegenden Klopfer K in Thätigkeit.

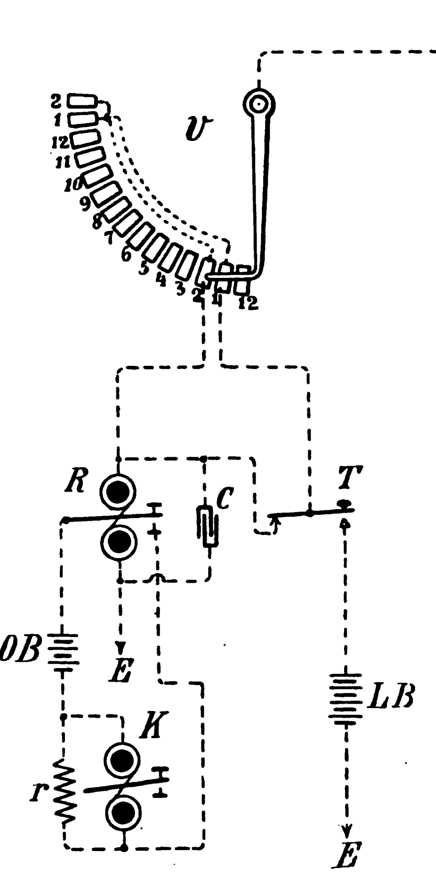


Fig. 225.

Gleichlauf. — Bedingung für das gute Arbeiten des Systems ist, dass die Verteiler der verbundenen Ämter sehr genau synchron laufen. An den Synchronismus sind hier, entsprechend der grösseren Sektorenzahl des Verteilers, viel höhere Anforderungen zu stellen als beim Baudotapparat. Zur Lösung des Problems ist mit bestem Erfolge das „phonische Rad" von PAUL LACOUR in Kopenhagen verwendet worden. Es ist dies ein eisernes Zahnrad R von der in Fig. 226 angegebenen Form, welches auf der Verteilerachse sitzt und durch Einwirkung des Elektromagnets E_2 in Drehung versetzt wird. Zu dem Zwecke muss durch E_2 dauernd eine Reihe kurzer, gleich langer Stromstösse gesandt werden. Der als Selbstunterbrecher geschaltete Elektromagnet E_1 erzeugt diese Stromstösse. Vor seinen Polen liegt als Anker der an einem Ende festgeklemmte Eisenstab A, dessen Schwingungsdauer, die von seiner Länge, seiner Masse und der Verteilung dieser Masse abhängt, durch Verschieben des aufgesetzten Gewichtes d verändert werden kann. Dieser schwingende Stab unterbricht und schliesst abwechselnd den Stromkreis der Batterie B_1 an der Feder f; die Stromstösse nehmen ihren Weg von der Batterie über den Anker A, die Feder f, Elektromagnet E_1, unteren Kontakt und Ankerhebel des Klopfers K, Elektromagnet E_2 zur Batterie zurück. Die den Elektromagneten parallel geschalteten selbstinduktionslosen Widerstände r_1 und r_2 nebst dem Kondensator C sollen den Unterbrechungsfunken abschwächen.

Bei jedem Stromstoss übt jeder Pol von E_2 eine Anziehung auf den nächsten Zahn des Rades R aus: nähert sich der Zahn gerade dem Pole, so wird die Radbewegung durch den Anziehungsimpuls beschleunigt; entfernt

er sich aber schon vom Pole, so wirkt die Anziehung verzögernd. Da sich dieses Spiel fortwährend in gleichen Zwischenräumen wiederholt, so ergiebt sich daraus eine gleichmässige Radbewegung. Um sie vollkommen regelmässig zu machen, ist das sich um eine senkrechte Achse drehende Rad mit einem Schwungrade versehen, bestehend aus einem kreisrunden Holzblock mit einem ringförmigen Einschnitt, der mit Quecksilber gefüllt ist. Die lebendige Energie der schweren Quecksilbermasse gleicht die von den einzelnen magnetischen Kraftimpulsen verursachten Unregelmässigkeiten in der Bewegung aus.

Obwohl sich die Schwingungszahl der Stäbe *A* auf beiden Ämtern in genaue Übereinstimmung bringen lässt, so bedarf es doch zur Aufrechterhaltung des Gleichlaufs noch einer Korrektionsvorrichtung, da andernfalls schon eine Temperaturänderung störend einwirken könnte. Die Korrektion wird von jedem Verteiler bei jedem Umlauf dreimal gegeben und dreimal empfangen. Zum Geben sind auf der Verteilerscheibe hinter der zweiten, sechsten und zehnten Sektorgruppe je drei Kontakte vorhanden, zum Empfangen hinter der vierten, achten und zwölften Gruppe ebenfalls je drei Sektoren, die aber in fünf Kontaktstücke geteilt sind (vgl. Fig. 226). Von jenen ist immer ein Kontakt mit der Korrektionsbatterie B_2, der zweite mit Erde verbunden, der dritte isoliert. Von den fünf Empfangskontakten ist einer, etwa der mittlere, mit dem Korrektionsrelais *CR* verbunden, die übrigen liegen an Erde.

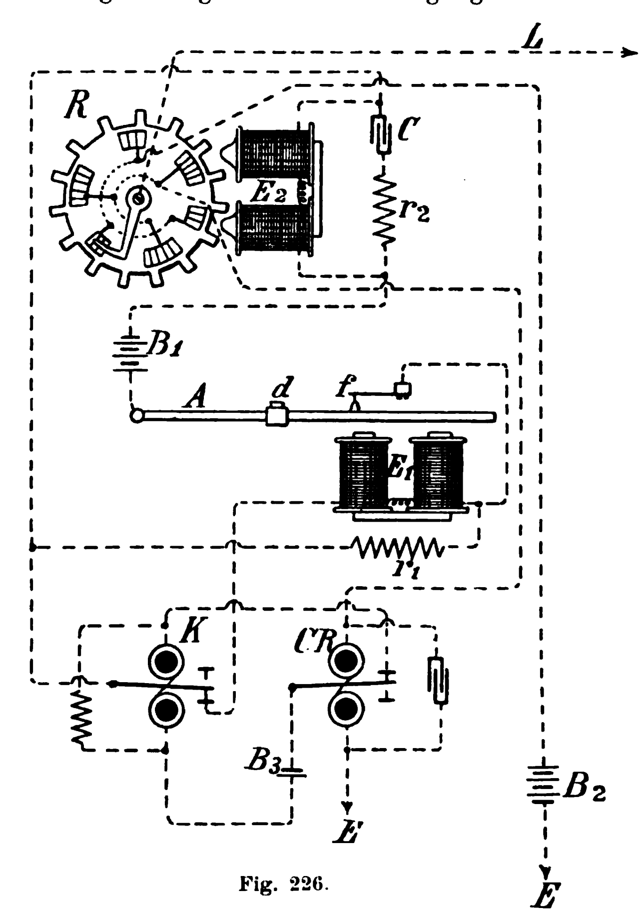


Fig. 226.

Laufen nun beide Verteiler genau synchron, so fliessen die vom Amte *A* kommenden Korrektionsströme beim Amte *B* zur Erde, etwa über Kontakt 2 der Empfangsgruppen. Beginnt aber der Verteiler in *B* vorzulaufen, so trifft der Korrektionsstrom auf Kontakt 3 und gelangt zum Relais *CR*. Nunmehr tritt die Korrektion in Wirksamkeit: das Relais unterbricht den Stromkreis des Klopfers *K*, dessen Anker fällt ab und unterbricht den Kreis des Elektromagnets E_1, der Stab *A* hört auf zu schwingen und die Batterie B_1 sendet einen längeren Strom durch E_2, wodurch die Bewegung des Rades *R* etwas verzögert wird. Das alles dauert nur einen verschwindend kurzen Augenblick. — Wenn der Verteiler in *A* vorläuft, so wird er in gleicher Weise durch den von *B* kommenden Korrektionsstrom verzögert.

V. Telegraphie ohne Drahtleitung.

Beim Telegraphieren mit elektrischen Strömen bildet die den gebenden mit dem empfangenden Apparat verbindende Drahtleitung einen wesentlichen Teil der Anlage. Die Leitung erfordert jedoch nicht nur einen verhältnismässig hohen Kostenaufwand für Herstellung und Unterhaltung, sondern stellt auch eine nie versiegende Quelle von Betriebsstörungen dar; Schiffe auf See und unter besonderen Verhältnissen gewisse Landpunkte gestatten überhaupt keinen Drahtanschluss. Es hat daher nicht an Bemühungen zur Ausbildung von Telegraphiermethoden gefehlt, die eine Drahtverbindung zwischen Geber und Empfänger entbehrlich machen.

Das Problem ist am erfolgreichsten im Jahre 1896 durch MARCONI unter Benutzung HERTZscher Wellen gelöst worden. Ehe wir jedoch auf MARCONIS Erfindung eingehen, sei eine kurze Erörterung der früheren Lösungsversuche vorangeschickt, die darauf hinausliefen, den Leitungsdraht durch das leitende Erdreich zu ersetzen.

A. Telegraphie durch die Erde oder das Wasser.

In welcher Weise es möglich ist, telegraphische Zeichen durch die Erde oder das Wasser hindurch ohne zusammenhängende Drahtverbindung zu befördern, möge Fig. 227 veranschaulichen. Die aus einer primären Leitung L_1 mittelst der Taste T in die Erde gesandten Ströme gleichen sich zwischen den Erdplatten E_1 und E_2 nicht nur in geraden Linien aus, sondern verzweigen sich zum grössten Teil nach allen Richtungen, wie es die gestrichelten Linien andeuten. Werden innerhalb des Ausbreitungsgebiets der Stromlinien die Erdplatten E_3 und E_4 einer zweiten (sekundären) Leitung L_2 versenkt, so gehen die auf E_3 und E_4 treffenden Stromfäden, statt durch die schlecht leitende Erd- oder Wasserschicht zwischen beiden Platten, vorzugsweise durch die viel geringeren Widerstand bietende Drahtleitung L_2. Zur Wahrnehmung des in letzterer ankommenden Stromes, der stets nur ein äusserst geringer Bruchteil des aus L_1 abgesandten Stromes ist, benutzt man den empfindlichsten und bequemsten Telegraphenapparat, das Telephon. Um es auch bei den hier in Frage kommenden geringen Stromstärken noch zum deutlichen Ansprechen zu bringen, muss mit Wechselströmen oder mit Reihen kurzer Gleichströme gearbeitet werden. Wechselströme verdienen den Vorzug; sie müssen aber eine Periodenzahl von einigen Hundert haben, um gut hörbare Töne zu liefern. Stehen Wechselstrommaschinen von solcher Periodenzahl nicht zur Verfügung, so verwendet man besser kräftigen Gleichstrom aus Sammlerbatterien oder Dynamomaschinen und lässt ihn durch eine in schnelle Drehung versetzte Unterbrechungsscheibe U in eine Reihe von mehreren Hundert Stromstössen in der Sekunde „zerhacken“. Mit Hülfe der

Taste T werden die Stromstösse zu Morsezeichen gruppiert. Im Fernhörer der sekundären Leitung erscheint dann der Morsepunkt als ein kurzer, der Morsestrich als ein längerer Ton. Für den Erfolg ist diejenige Anordnung der beiden Leitungen am günstigsten, bei welcher die Verbindungslinie der sekundären Erdplatten parallel zur Verbindungslinie der primären Erdplatten verläuft und das auf der einen Verbindungslinie im Mittelpunkt errichtete Lot durch den Mittelpunkt der andern geht.

Mit einer solchen Einrichtung sind seit 1892 hauptsächlich von der englischen Telegraphenverwaltung Versuche angestellt und auch Betriebsergebnisse erzielt worden. Beispielsweise hat im Jahre 1895 die telegraphische Verbindung zwischen Oban an der schottischen Küste und der 3,2 km entfernten Insel Mull während einer mehrtägigen Unterbrechung des Seekabels

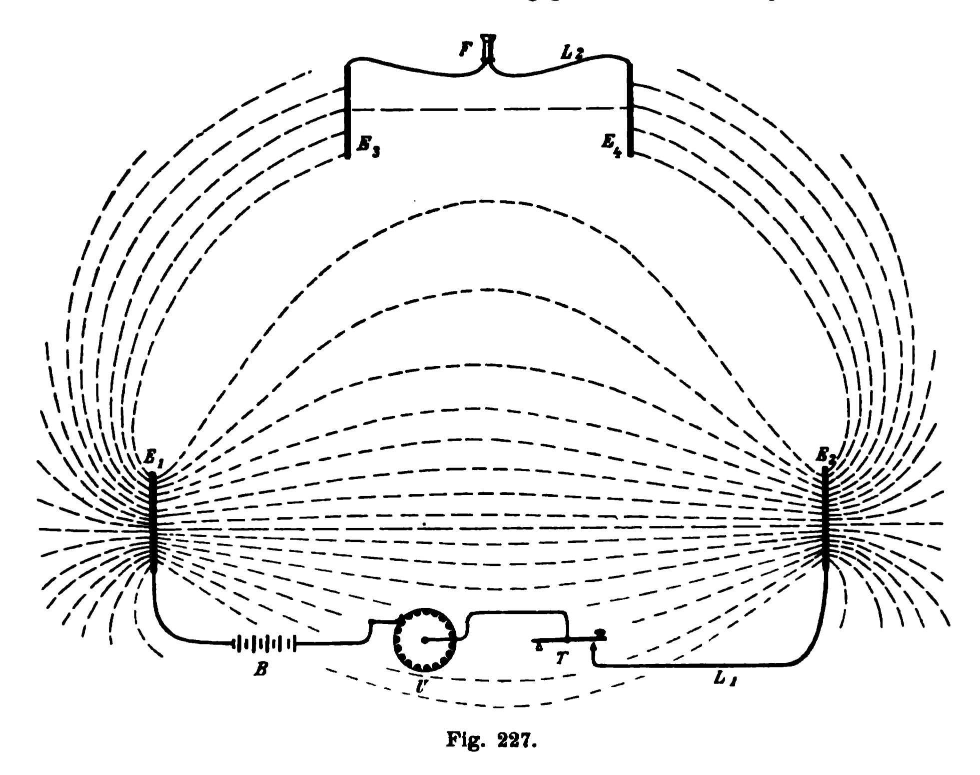


Fig. 227.

in der Weise aufrecht erhalten werden können, dass zum Geben und Empfangen auf jeder Seite eine am Strande entlang geführte Leitung von 2,4 km Länge benutzt wurde.

In Deutschland versuchte im Oktober 1894 der Ingenieur Rathenau von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin in der angegebenen Weise auf dem Wannsee zu telegraphieren, wobei noch auf 4,2 km Verständigung erzielt wurde. Es wurde Strom von 2 bis 3 Amp. benutzt; die primäre Leitung war 500 m, die sekundäre 100 m lang, die Erdplatten aus Zinkblech hatten eine Grösse von 3 bez. 2 qm.

Im Anschluss daran liess das deutsche Reichs-Postamt ausgedehnte Versuche anstellen, um Näheres über die Ausbreitung starker Ströme im Erdreich zu ermitteln. Es ergab sich dabei, dass die Ströme sich in der Erde vorwiegend nach der Tiefe hin verzweigen, die Erdplatten also möglichst tief

versenkt werden müssen. Am Schluss der Versuche im Herbste 1895 gelang es, Morsezeichen auf eine Entfernung von 17 km zu übermitteln. Die primäre Leitung befand sich bei Gross-Lichterfelde, die sekundäre bei Löwenbruch; jene war 3 km, diese 1,2 km lang. Zu den Erdleitungen dienten 165 mm starke eiserne Rohre, die 19 bez. 16 m tief in den Boden eingetrieben waren. Die benutzte Dynamomaschine lieferte bei 140 bis 170 Volt Spannung einen Gleichstrom von 16 Amp. im Mittel. Als Empfänger erwies sich in der 20 Ohm Widerstand zeigenden sekundären Leitung ein Fernhörer von nur 10 Ohm Widerstand am zweckmässigsten.

B. Telegraphie durch den Luftraum hindurch.

(Funkentelegraphie.)

I. Allgemeines.

Seit FARADAYS Entdeckung der elektrischen Induktion (1831) ist es bekannt, dass jeder in einer Drahtleitung fliessende Strom beim Entstehen und Verschwinden, sowie während des Anwachsens und Abnehmens seiner Stärke in benachbarten Leitungen Induktionsströme erzeugt. Bemerkbar machten sich diese Ströme in der Telegraphie erst mit der Einführung des Telephons: es zeigte sich, dass man an dem in eine Leitung eingeschalteten Telephon die Morsezeichen abhören konnte, welche in einer anderen an demselben Gestänge verlaufenden Leitung gegeben wurden, und sogar die in einer anderen Leitung geführten Gespräche zu belauschen vermochte. Die Übertragung der elektrischen Energie findet in solchen Fällen ohne leitende Verbindung durch die Luft hindurch statt, indem der primäre Strom bei jeder Änderung seiner Stärke Kraftlinien aussendet oder einzieht, die in benachbarten Leitern nach bekannten Gesetzen elektromotorische Kräfte induzieren.

Wollte man dieses Prinzip zur Übermittelung telegraphischer Zeichen in die Ferne verwerten, so würde man zweckmässig die primäre und die sekundäre Leitung jede für sich in Form einer grossen flachen Spirale aufzuwickeln und beide parallel einander gegenüber zu stellen haben; ein durch die primäre Leitung gesandter kräftiger Wechselstrom würde dann in der sekundären Leitung mit Hülfe des Telephons wahrnehmbar sein. Es würde sich auf solche Weise immerhin schon eine Telegraphierweite von einigen hundert Metern erreichen lassen. Das wäre aber für praktische Zwecke nicht von Belang. Um auf grössere Entfernungen zu wirken, muss das die elektrischen Kräfte übertragende Medium, der Äther, viel heftiger erschüttert werden, als es durch die langsamen Pulsationen eines Wechselstroms geschieht, selbst wenn dieser wie bei den Versuchen von TESLA in der Sekunde bis zu 15000 Perioden bildet.

Erzeugung Hertzscher Wellen.

Erzeugung Hertzscher Wellen. — Wechselströme von weit höherer Periodenzahl erzeugt die Funkenentladung eines Kondensators. Bringt man einen Kondensator durch eine aus zwei kleinen Kugeln bestehende Funkenstrecke zur Entladung, so strömt im ersten Funken infolge der Selbstinduktion der Entladungsdrähte zuviel + Elektrizität von der mit der positiven Belegung verbundenen Kugel auf die zweite Kugel über. Sofort darauf findet deshalb eine zweite Entladung in umgekehrter Richtung statt, bei der sich aber-

mals ein Überschuss von + Elektrizität auf der ersten Belegung bildet u. s. w. Es entsteht also eine ganze Reihe von Entladungsfunken von rasch abnehmender Stärke, indem die Elektrizität zwischen den beiden Kugeln hin und her pendelt. Der Vorgang spielt sich so schnell ab, dass das Auge nur einen einzigen Funken wahrnimmt; im schnell rotierenden Spiegel lässt sich aber, wie FEDDERSEN gezeigt hat, der schwingungsartige Charakter der Entladung deutlich machen. Die Periodenzahl des so in den Entladungsdrähten und der Funkenstrecke entstehenden Wechselstroms ist nach KIRCHHOFF

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \text{ also die Schwingungsdauer } T = 2\pi\sqrt{LC},$$

wo die Selbstinduktion L und die Kapazität C der Strombahn in absolutem Maasse anzugeben sind.

Lässt man den Kondensator weg und macht dafür die Kugeln einige Centimeter dick, so wird die Kapazität des Systems sehr gering und die Periodenzahl des Wechselstroms sehr gross. Man kann alsdann, wenn man die Entladungsdrähte mit der sekundären Rolle eines RUHMKORFFschen Funkeninduktors verbindet, Wechselströme von ausserordentlich hoher Schwingungszahl hervorbringen. Diese berechnet sich z. B., wenn beide Drähte zusammen 1 m lang und 5 mm stark sind, die Kugeln aber 10 cm Durchmesser haben, zu 50 Millionen. Bemerkenswert ist, dass diese durch Entladung erzeugten Wechselströme nicht eine geschlossene Bahn im Kreise durchlaufen, sondern in dem Entladungssystem hin und her pendeln.

HEINRICH HERTZ hat durch seine berühmten Versuche (1889) nachgewiesen, dass die Entladungs-Wechselströme oder Wechselspannungen einer Funkenstrecke im Äther Transversalwellen erzeugen, die sich in physikalischer Beziehung genau so verhalten wie Lichtwellen. Die elektromagnetischen Wellen pflanzen sich gleich den Lichtwellen mit einer Geschwindigkeit von 300000 km in der Sekunde fort und befolgen dieselben Gesetze der Reflexion, Brechung, Interferenz und Polarisation. Der Unterschied ist nur der, dass die Lichtstrahlen eine Wellenlänge von höchstens etwa 0,8 Tausendstel Millimeter und Schwingungszahlen von mindestens 400 Billionen haben, während bei den Strahlen elektrischer Kraft die Wellenlänge zwischen einigen Centimetern und mehreren hundert Metern schwankt und demgemäss Schwingungszahlen etwa von 10^6 bis 10^{10} vorkommen. Die elektrischen Wellen verbreiten sich von der Erregungsstelle gleichmässig nach allen Richtungen des Raumes. Nichtleitende Körper lassen sie ungehindert durch sich hindurchgehen, ebenso wie durchsichtige Körper die Lichtstrahlen; von leitenden Körpern werden sie dagegen entweder absorbiert oder reflektiert. Näheres über die elektromagnetischen Wellen enthält in Band I das Kapitel über Elektrooptik.

Mittel zur Wahrnehmung Hertzscher Wellen.

Mittel zur Wahrnehmung Hertzscher Wellen. — Bringt man einen Metallstab von etwas mehr als der halben Wellenlänge in den Weg der elektrischen Strahlen senkrecht zu deren Richtung, so wird er zu lebhaftem elektrischen Mitschwingen erregt, infolge dessen, wenn man den Stab in der Mitte durchschneidet und zwischen den abgerundeten Enden eine kleine Luftstrecke einschaltet, hier Funken überspringen. Ein solcher Metallstab ist auf die ankommenden elektrischen Wellen „abgestimmt“ oder in „Syntonismus“ mit ihnen. Derartige Resonatoren mit Funkenstrecke benutzte HERTZ bei seinen Untersuchungen, um das Vorhandensein elektrischer Wellen nachzuweisen, die Wellenlänge und die Reflexionsrichtung zu bestimmen u. s. w.

Ein weit empfindlicheres Hülfsmittel zur Wahrnehmung elektrischer Strahlen bietet die BRANLYsche Röhre dar: eine in die Funkenstrecke des Resonators einzuschaltende Glasröhre, die an beiden Enden durch Metallelektroden abgeschlossen, zwischen diesen aber mit Metallfeile gefüllt ist. Der Resonator wird mit einem empfindlichen Galvanometer und einem galvanischen Element zu einem Stromkreise geschaltet. Für gewöhnlich ist dann die Nadel des Galvanometers nicht abgelenkt, weil die zahlreichen Berührungsstellen der mit unreiner Oberfläche behafteten Feilspäne dem Batteriestrom einen fast so grossen Widerstand darbieten, als ob der Stromkreis völlig unterbrochen wäre. Gelangen aber elektrische Strahlen zu der Röhre, so werden die Metallspäne leitend, der Widerstand des Stromkreises sinkt sofort auf einen geringen Wert und die Nadel des Galvanometers schlägt aus. Um die Leitungsfähigkeit nach der Bestrahlung wieder aufzuheben, muss man die Metallspäne durch Erschütterung der Röhre durcheinander schütteln. Diese 1891 erfundene Vorrichtung bildet gewissermaassen ein elektrisches Auge, das die Ankunft elektrischer Strahlen in ähnlicher Weise anzeigt, wie das menschliche Auge die Ankunft von Lichtstrahlen.

2. Schaltung und Wirkungsweise einer Funkentelegraphenanlage.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich das Prinzip, auf dem die Telegraphie mittelst elektrischer Wellenstrahlen beruht: die Funkenstrecke dient zum Erregen und Aussenden der Wellen, die BRANLYsche Röhre zum Empfangen. MARCONI hat das Verdienst, dieses Telegraphierverfahren zuerst ausgebildet und auf weitere Entfernungen benutzbar gemacht zu haben.

Fig. 228 möge die ursprüngliche MARCONIsche Anordnung veranschaulichen; die linke Hälfte stellt eine gebende, die rechte eine empfangende Station dar. Mit der Taste *T* werden die zu telegraphierenden Morsezeichen gegeben; sie schliesst und öffnet den Stromkreis der primären Rolle des Funkeninduktors *J*. In dieser erzeugt während jeder Schliessung der Selbstunterbrecher *U* eine Reihe kurzer Stromstösse, die in der sekundären Spule hochgespannte Wechselströme induzieren. Die Wechselströme durchlaufen den RIGHIschen Strahlapparat *S*, der aus vier Metallkugeln mit drei Funkenstrecken besteht. Die beiden äusseren Kugeln haben 4 cm, die beiden inneren 10 cm Durchmesser; letztere ragen zur Hälfte in eine Röhre von Pergamentpapier hinein, die zwischen ihnen mit Vaselinöl oder Rizinusöl gefüllt ist, damit die überspringenden Funken gleichmässiger und kräftiger werden. Der Abstand zwischen den Kugeln lässt sich verändern; er beträgt gewöhnlich zwischen den grossen Kugeln 2 mm, zwischen diesen und den kleinen etwa 10 mm. Der Strahlapparat ist einerseits mit Erde, andererseits mit einem isoliert möglichst hoch in die Luft empor geführten Drahte verbunden. Die in den Funkenstrecken erzeugten Wechselspannungen verbreiten sich auch über den Luftdraht, der gewissermaassen eine Verlängerung der Entladungsdrähte bildet. Der Luftdraht wirkt daher ebenso wie der Strahlapparat wellenerregend auf den Äther und sendet in seiner ganzen Länge vertikal polarisierte Strahlen aus. Dadurch wird die Wirkung des Strahlapparats erheblich verstärkt und günstiger gestaltet.

Auf der empfangenden Station befindet sich ein gleicher Luftdraht; dieser saugt die ankommenden Strahlen auf und wird dadurch zu elektrischem Mitschwingen erregt. Die so in ihm entstehenden Wechselspannungen werden

der Frittröhre F, die am anderen Ende geerdet ist, zugeführt. Der Fritter F, auch Kohärer genannt, ist die von MARCONI für seine Zwecke eingerichtete BRANLYsche Röhre. Er enthält in einer luftleer gemachten Glasröhre mit eingeschmolzenen Zuleitungsdrähten zwei silberne Kolben, deren mit Quecksilber amalgamierte Endflächen sich mit nur $^1/_2$ mm Abstand gegenüberstehen; der enge Zwischenraum ist mit Feilspänen von Hartnickel gefüllt. Die Körnchen sind mit der Lupe auszusuchen und von möglichst gleicher Grösse, sowie recht zackig und scharfkantig zu wählen; sie müssen vor dem Einfüllen sorgfältig gereinigt und getrocknet werden. Die Frittröhre ist mit dem Trockenelement B_2 und einem empfindlichen Relais R zu einem Stromkreise geschaltet. Das Relais setzt beim Ansprechen den Morseschreiber M

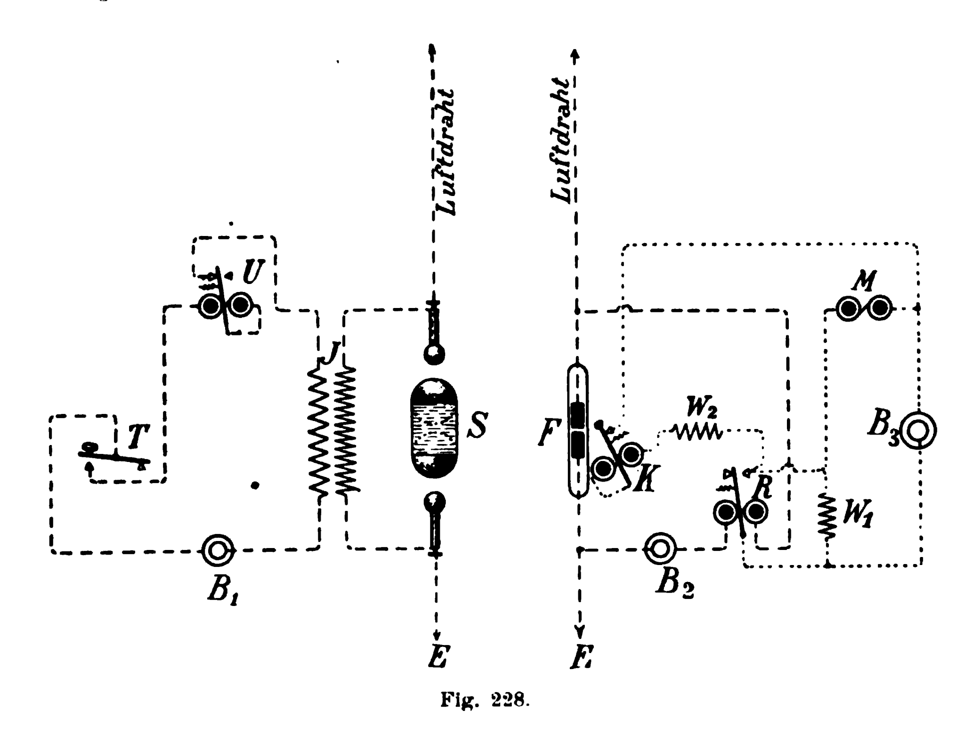


Fig. 228.

und den Klopfer K in Thätigkeit. Aufgabe des letzteren ist es, durch Schläge mit dem an seinem Anker befestigten Hornklöppel die Frittröhre zu erschüttern. Der künstliche Widerstand W_1 hat den Zweck, den Öffnungsfunken am Relais abzuschwächen; W_2 soll den Widerstand des Klopfers gegen den des Morse abgleichen. W_1 ist so gross gewählt, dass der im Ruhezustande vorhandene schwache Lokalstrom die Apparate nicht zum Ansprechen bringt.

Die Vorgänge beim Empfangen der Zeichen sind hiernach ohne weiteres klar: für die Dauer jeder Bestrahlung wird der Fritter leitend und der Anker des Relais angezogen, infolge dessen sprechen Morse und Klopfer an, jener schreibt das Zeichen auf den Streifen, dieser vollführt, da er auf Selbstunterbrechung geschaltet ist, eine Reihe von Schlägen gegen den Fritter, die aber erst dann dessen Leitungsfähigkeit zerstören, wenn die Bestrahlung aufhört.

Vorgänge im Fritter.

Vorgänge im Fritter. — Wie die Leitungsfähigkeit der BRANLYschen Röhre bei elektrischer Bestrahlung zu stande kommt, ist noch nicht sicher aufgeklärt. BRANLY selbst nimmt an, sie werde durch eine Modifikation des

zwischen den Spänen vorhandenen Dielektrikums verursacht. Lodge und Slaby dagegen sind der Ansicht, dass im Fritter ebenso wie in einer Funkenstrecke äusserst kleine Fünkchen überspringen und entweder durch Kondensation von Metalldämpfen eine Brücke für den Strom bilden oder durch Zusammenbacken der Späne metallischen Kontakt zwischen diesen hervorbringen, was auch durch die Bezeichnung „Fritter" angedeutet ist. Möglicherweise werden die Späne auch durch die elektrischen Kräfte etwas bewegt und zu leitenden Fasern geordnet. Unter dem Mikroskop sind thatsächlich kleine Bewegungen und Fünkchen beobachtet worden. Tommasina hat durch Bestrahlung zusammenhängende Ketten von Spänen erhalten, zwischen denen die lose gebliebenen Körner herausfielen. Branly fertigte aber wirksame Kohärer an, deren Teilchen in einer festen dielektrischen Masse befestigt waren. — Die Empfindlichkeit des Fritters wird um so grösser, je kleiner man den Abstand der Elektroden und die Späne wählt; zu empfindliche Fritter arbeiten jedoch unsicher. Gewisse Kohärer verlieren ihre Leitungsfähigkeit nach der Bestrahlung von selbst.

Ausser der Branlyschen Röhre ist noch eine zweite Vorrichtung bekannt, deren Leitungsfähigkeit durch elektrische Strahlen verändert wird: die Schäfersche Platte.

Schäfersche Platte.

Die Schäfersche Platte. — Es ist eine Glasplatte mit einem dünnen Metallbelag, etwa aus Stanniol, besser aber aus einem Silberspiegel bestehend, welcher durch parallele Schnitte mit einem scharfen Messer in mehrere Streifen zerlegt ist. Der erste und letzte Streifen werden mit einem Galvanometer oder Relais und einem Element in Hintereinanderschaltung zu einem Stromkreise verbunden. Die feinen Schnitte, deren Breite zusammen nur einige Hundertstel Millimeter beträgt, unterbrechen den leitenden Zusammenhang zwischen den Metallstreifen so wenig, dass die Platte einen Widerstand von nur etwa 50 Ohm darbietet und der Anker des Relais daher im Ruhezustand angezogen ist. Fallen aber elektrische Strahlen auf die Platte, so wird die Leitfähigkeit der Schnittspalten erheblich vermindert und der Widerstand der Platte steigt etwa auf das hundertfache, sodass der Relaisanker abfällt. Nach dem Aufhören der Bestrahlung nimmt der Widerstand von selbst sofort wieder den ursprünglichen geringen Wert an.

Die Platte verhält sich demnach umgekehrt wie ein Kohärer: ihre Leitungsfähigkeit wird durch elektrische Bestrahlung aufgehoben; man kann sie demnach als Antikohärer bezeichnen. Sie hat den Vorzug, dass es einer Erschütterung oder sonstigen künstlichen Einwirkung zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes nicht bedarf.

Um die Empfindlichkeit der Platte konstant zu erhalten, schliesst man diese in ein luftleer gemachtes Glasgefäss ein. Die Empfindlichkeit wächst bis zu einem gewissen Grade mit der Breite und Anzahl der Schnitte, nimmt aber darüber hinaus wieder ab.

Der in Ungarn geborene Erfinder, Namens Bela Schäfer, vermochte bei den am Adriatischen Meere und am Bristolkanal angestellten Versuchen vom Lande aus mittelst eines 20 m hohen Sendedrahts nach einem auf See befindlichen Schiffe Morsezeichen auf 100 km Entfernung zu übermitteln. Dabei konnte das Empfangsrelais durch einen Fernhörer ersetzt werden, sodass die Ausrüstung der Empfangsstation lediglich aus der Platte, einem Element und einem Telephon bestand; an die Platte war ferner einerseits der Auffangedraht, andererseits eine Erdverbindung gelegt.

3. System Marconi.

In England hat die Wireless Telegraph and Signal Company in London eine Reihe von Telegraphenanlagen nach MARCONIschem System hergestellt, z. B. zwischen Alum Bay auf der Insel Wight und der 29 km entfernten Stadt Poole an der englischen Südküste, zwischen Ballycastle an der Nordküste von Irland und dem Leuchtturm auf der 12 km entfernten Insel Rathlin, ferner zwischen dem Leuchtturm South Foreland bei Dover und dem 19,5 km entfernt im Kanal verankerten Feuerschiff East Goodwin. Auch über den

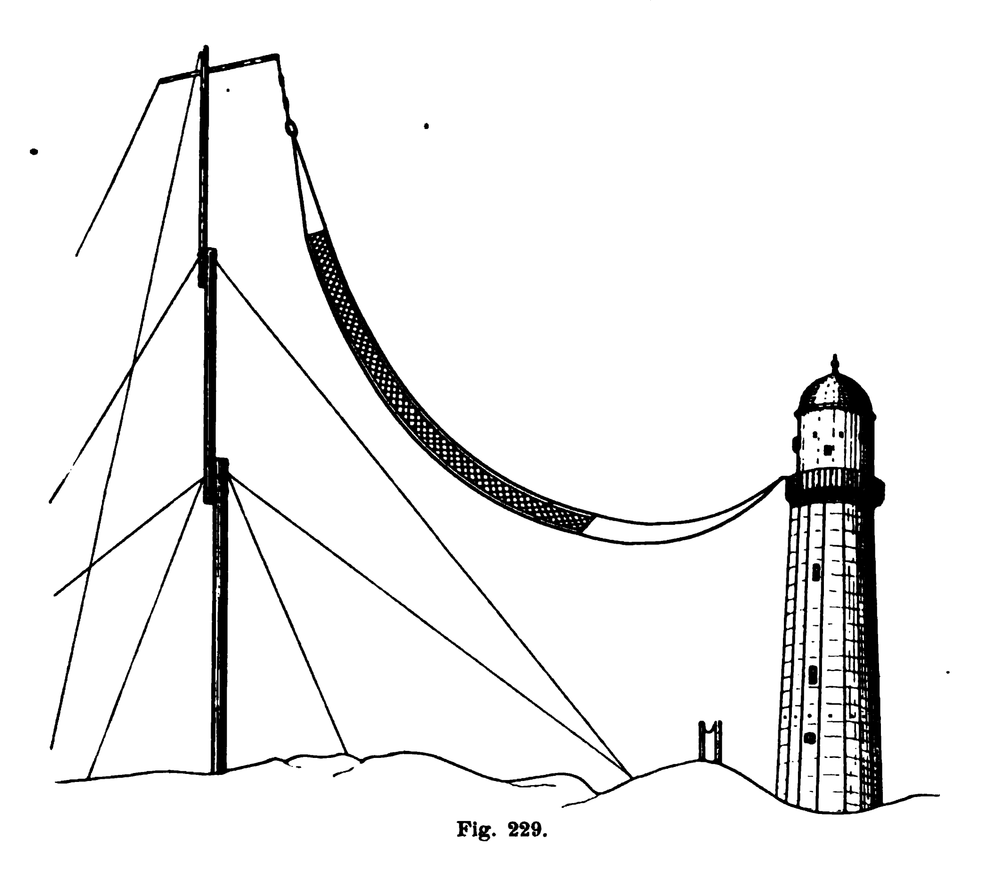


Fig. 229.

Kanal hinweg zwischen Dover und Boulogne (51,5 km) ist gute Verständigung erzielt worden.

In Deutschland besteht eine Funkentelegraphenanlage seit dem 15. Mai 1900 zwischen Borkum Leuchtturm und dem 35 km entfernten Leuchtfeuerschiff Borkum Riff. Ihr Zweck ist der Austausch von Telegrammen mit den in der Nähe des Leuchtschiffs vorüberfahrenden Schiffen, wodurch insbesondere die telegraphische Meldung der heimkehrenden Dampfer nach Bremerhaven ermöglicht wird.

Neben dem Leuchtturm ist ein Mast von 38 m Höhe errichtet, an dessen Raa, wie Fig. 229 zeigt, die Luftleitung hängt. Das untere Ende der Luftleitung führt zur Galerie des Leuchtturms. Die Luftleitung besteht aus zwei stark isolierten Litzen von verzinnten Kupferdrähten, die durch zwei 1,5 m

lange Stangen auseinander gespreizt sind und zwischen denen ein 20 m langes Eisendrahtnetz, wie solches zur Herstellung von Drahtzäunen benutzt wird, ausgespannt ist. Das Netz ist an mehreren Stellen mit den Litzen metallisch verbunden. Auf dem Feuerschiff ist die Luftleitung an einem 40 m hohen Maste befestigt.

Fig. 230 giebt eine Ansicht der Funkentelegraphenstation im Leuchtturm. Die Schaltung der beiden Stationen veranschaulicht Fig. 231. Ein grosser Ruhmkorffscher Induktor, dessen Umwindungen nach aussen durch einen Ebonitmantel geschützt sind, dient als Funkenerzeuger. Die Enden der sekundären Induktorspule stehen mit zwei Metallstangen in Verbindung, die an ihrem anderen Ende je einen beweglichen Messinghebel mit Messingkugel von etwa 2,5 cm Durchmesser tragen. Der eine Messinghebel steht



Fig. 230.

mit der Luftleitung, der andere mit Erde in Verbindung. Der Anker *A* des Induktors, die Feder f_1 und die primäre Induktorspule mit dem Eisenkern *E* bilden die Unterbrechungsvorrichtung. Als Zeichengeber dient eine auf einem hölzernen Untersatzkasten angebrachte Taste von etwa 30 cm Länge; der Tastenhebel steht einerseits mit der Luftleitung, andererseits mit dem Umschalter *U* in Verbindung. Der Ruhekontakt der Taste ist mit dem Übertrager *Ue* und der Arbeitskontakt mit dem einen Pole der Batterie *B* verbunden.

Die Batterie *B* ist aus acht Sammlerzellen gebildet, welche durch 98 in sieben Reihen zu je 14 nebeneinander geschaltete Trockenelemente dauernd unter Ladung gehalten werden.

Der Empfänger besteht aus dem Übertrager *Ue*, dem Fritter *F*, den beiden Induktionsrollen J_1 und J_2, dem polarisierten Relais *R*, dem Hammer *H* dem Morsefarbschreiber *M*, dem Wecker *W*, sowie mehreren Zweigwiderständen und den Kondensatoren C_2 und C_3.

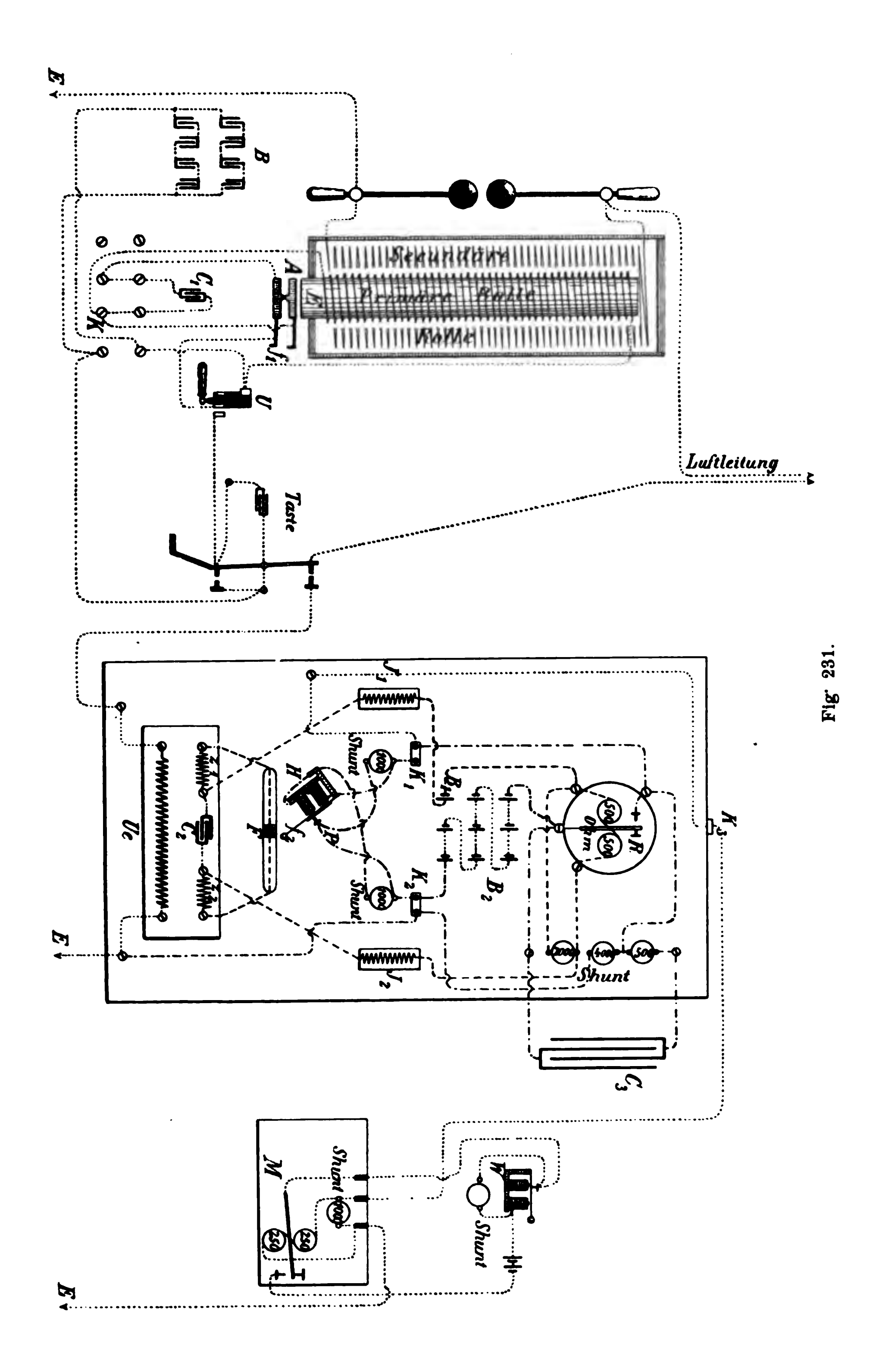


Fig. 231.

Der Übertrager *Ue* hat eine primäre und zwei sekundäre Rollen. Die primäre Wicklung ist einerseits über den Ruhekontakt der Taste mit der Luftleitung und andererseits mit der Erde verbunden. Die sekundären Wicklungen sind an einem Ende mit dem kleinen Kondensator C_2 und gleichzeitig mit den Induktionsspulen J_1 bez. J_2 verbunden; zwischen die anderen Enden ist der Kohärer eingeschaltet.

Der Kohärer besteht aus einer etwa 10 cm langen, fast luftleeren Glasröhre, welche mit einer Mischung aus Nickel- und Silberfeile gefüllt ist. Diese Mischung der Kohärermasse wird durch zwei Silberplättchen abgeschlossen, die mit Platindrähten in Verbindung stehen, welche in das Glas eingeschmolzen sind. Der Kohärer wird in eine besondere Einstellvorrichtung eingesetzt, in welcher die Platindrähte mit den sekundären Wicklungen des Induktionsübertragers verbunden werden. Die nach dem Aufhören der jeweiligen elektrischen Bestrahlung der Frittröhre erforderliche Dekohärierung der die leitende Brücke bildenden Masse wird durch den Klöppel des Hammers *H* bewirkt, welcher bei Stromschluss gegen die Frittröhre schlägt. Die Einrichtung des Hammers entspricht im allgemeinen der eines gewöhnlichen Weckers; er arbeitet, indem er selbstthätig den Strom abwechselnd schwächt und verstärkt.

Der Morseschreiber *M* ist parallel zum Hammer eingeschaltet; er schliesst beim Arbeiten einen Ortsstromkreis, wodurch der Wecker *W* in Thätigkeit gesetzt wird. Durch die Klingelzeichen des Weckers, der unter Umständen in einem anderen Raume aufgestellt wird, kann ein Beamter auch zu solchen Zeiten an den Apparat gerufen werden, in welchen eine ständige Beobachtung des letzteren nicht stattfindet.

Wirkungsweise des Senders.

Wirkungsweise des Senders. — Bei Tastendruck fliesst ein Strom aus den Sammlerzellen der Batterie *B* über den Arbeitskontakt zum Umschalter *U*, von diesem über die Feder f_1 zum Anker *A*, weiter zur Klemme *K*, durch die primäre Wicklung des Induktors zum Umschalter *U* und zur Batterie zurück.

Der durch den Stromschluss magnetisierte Eisenkern des Induktors zieht den Anker *A* an, hierdurch wird der Stromkreis unterbrochen, und das Spiel beginnt in der bekannten Weise von neuem. Der zwischen den Anker *A* und die Feder f_1 eingeschaltete Kondensator C_1 wird bei jeder Stromunterbrechung geladen; hierdurch wird der Öffnungsfunke zwischen *A* und f_1 erheblich geschwächt und bewirkt, dass die Stromunterbrechung schnell von statten geht.

Die durch den Tastendruck und das Spiel des Selbstunterbrechers in der aus wenig dicken Drahtwindungen bestehenden primären Rolle erzeugten, sehr schnell aufeinander folgenden kurzen Stromstösse rufen in der sekundären Rolle, welche aus sehr vielen Windungen besteht (30 km Drahtlänge), durch Induktion so hohe elektrische Spannungen hervor, dass bei gehöriger Einstellung der Messingkugeln des Induktoriums zwischen diesen zahlreiche Funken überspringen. Die bei diesen Entladungen entstehenden elektrischen Schwingungen strahlen aus der Luftleitung in den Luftraum aus. Bei der Zeichengebung mit der Taste ist darauf zu achten, dass der Ruhekontakt der Taste nicht geschlossen wird, weil sonst leicht ein Stromteil zu dem Übertrager *Ue* abfliesst und den Kohärer des eigenen Empfängers beeinflusst. Die Hubhöhe des Tastenhebels ist jedoch so bemessen, dass sich ein Schluss des Ruhekontakts der Taste beim Telegraphieren leicht vermeiden lässt.

Wirkungsweise des Empfängers.

Wirkungsweise des Empfängers. — Die durch die Luftleitung der Empfangsstation aus dem Äther aufgefangenen oder gleichsam aufgesaugten elektrischen Wellen fliessen über den Tastenhebel zum Übertrager *Ue* und durch dessen primäre Wicklung zur Erde. Die hierdurch in den beiden sekundären Rollen z_1 und z_2 erzeugten Induktionsströme gehen durch den Kohärer *F*. Die Induktionsrollen J_1 und J_2 mit hoher Selbstinduktion verhindern, dass die Induktionsströme des Kohärers in den Relaisstromkreis eintreten. Unter dem Einflusse der elektrischen Wellen wird die Kohärermasse elektrisch leitend. Hierdurch wird das Relais *R* in Thätigkeit gesetzt, indem der Strom eines Trockenelements B_1 von dem einen Batteriepole über die Induktionsrolle J_1, die sekundäre Wicklung z_1 des Übertragers *Ue*, die Frittröhre *F*, die sekundäre Wicklung z_2 des Übertragers *Ue*, die Induktionsrolle J_2 und durch die Umwindungen des polarisierten Relais *R* zum anderen Pole zurückfliesst. Das Relais schliesst beim Ansprechen die aus acht Trockenelementen bestehende Batterie B_2, ihr Strom geht über die Relaiszunge und den Arbeitskontakt des Relais zur Klemme K_1, hier teilt er sich in zwei Zweigströme auf folgenden Wegen:

1. Klemme K_1 — Elektromagnetumwindungen des Hammers *H* — Körper des Hammers — Feder f_2 — Kontakt *P* — Klemme K_2 — Batterie zurück.
2. Klemme K_1 — Klemme K_3 — Elektromagnetumwindungen des Farbschreibers *M* — Erde. Der andere Pol der Batterie liegt über die Klemme K_2 an Erde.

Sobald ein Strom die Umwindungen des Hammers durchfliesst, schnellt der Klöppel auf und nieder und berührt hierbei die Glasröhre des Kohärers. Dadurch wird bewirkt, dass die durch die elektrische Bestrahlung gerichteten und gewissermaassen zu einer Brücke zusammengeschweissten Metallfeilen nach Aufhören der Bestrahlung wieder auseinander fallen und der Relaisstromkreis unterbrochen wird.

Um zu prüfen, ob der Kohärer in Ordnung ist und noch empfindlich genug arbeitet, lässt man in seiner Nähe einen kleinen Rasselwecker arbeiten. Der Kohärer muss schon durch die von dem Rasselwecker erzeugten elektrischen Wellen leitend werden und den Relaisstromkreis schliessen.

Die in der Schaltungsskizze angegebenen Kondensatoren und Zweigwiderstände haben den Zweck, die Funkenbildung zwischen den Kontakten zu verhüten und Induktionswirkungen, welche den Kohärer nachteilig beeinflussen könnten, abzuschwächen. Um ferner zu verhindern, dass der Kohärer des eigenen Empfängers durch die beim Zeichengeben erzeugten elektrischen Wellen beeinflusst wird, sind die Empfangsapparate mit Ausnahme des Farbschreibers und Weckers in einem Kasten aus Eisenblech untergebracht. Dieser dient als elektrischer Schirm, indem er störende elektrische Wellen absorbiert. Dem Kohärer werden die elektrischen Wellen nur durch die isolierte Luftleitung zugeführt. Die Regulierung des Relais geschieht durch eine in dem Eisenblechkasten befindliche seitliche Öffnung, die für gewöhnlich durch eine Klappe geschlossen ist.

4. System Slaby—Arco.

Geheimer Regierungsrat Professor Dr. SLABY in Charlottenburg hat bereits im Jahre 1897 erfolgreiche Versuche mit drahtloser Telegraphie angestellt und dabei auf eine Entfernung von 21 km Zeichen übermittelt, indem

er die Sende- und Auffangedrähte mit Hülfe von Luftballons etwa 300 m hoch empor führte. Das von ihm und seinem Assistenten Grafen ARCO seitdem ausgebildete System, nach welchem die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin Anlagen für Funkentelegraphie ausführt, unterscheidet sich

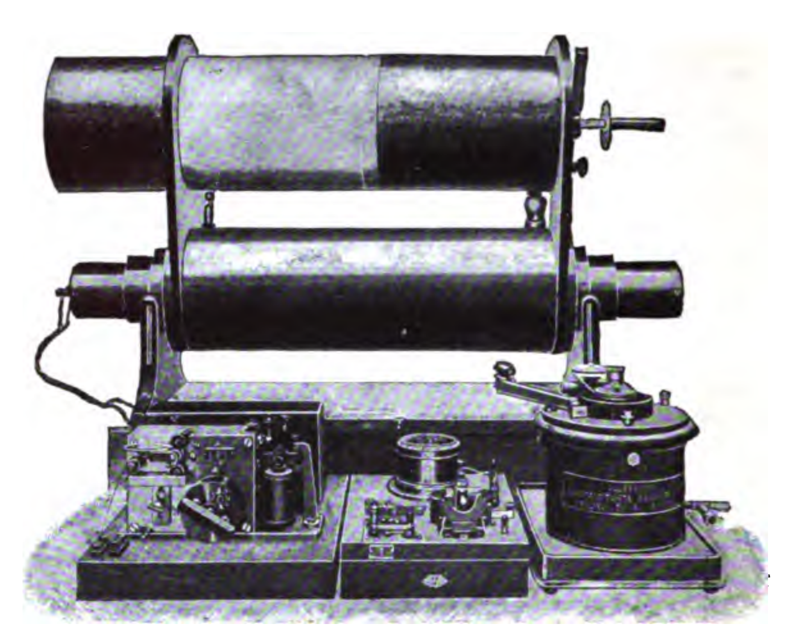


Fig. 232.

in mehrfacher Hinsicht von dem MARCONIschen System. Fig. 232 giebt die Ansicht eines vollständigen Apparatsatzes für eine Funkentelegraphenanstalt.

Der Geber.

Der Geber. — Fig. 233 enthält das Schaltungsschema für die Gebeapparate. Zunächst fällt auf, dass das obere Ende des Luftdrahts nicht isoliert, sondern mit Erde verbunden ist. Diese Erdverbindung besitzt indes, da eine Induktanzrolle G an ihrem oberen Ende eingeschaltet ist, ziemlich hohe Selbstinduktion, wogegen der eigentliche Sendedraht und ebenso die Erdleitung der Funkenstrecke zur Verminderung der Selbstinduktion als Leiterschleife ausgebildet sind. Nur in der letzteren pulsieren die schnellen Entladungsschwingungen, von der oberen Erdverbindung werden sie durch deren Selbstinduktion ferngehalten. Zwischen die Enden der sekundären Wicklung des Induktors J ist der Kondensator C geschaltet; dieser wird durch den Induktor mit hochgespannter Elektrizität geladen und entladet sich

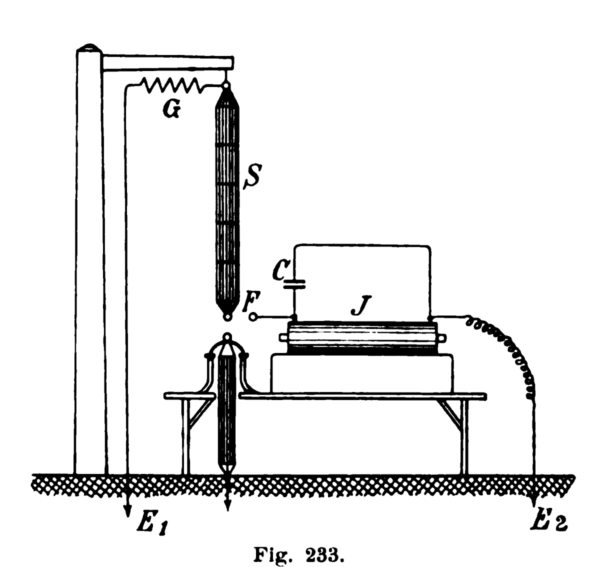


Fig. 233.

einerseits durch die Funkenstrecke F in den Sendedraht, andererseits durch die Erdleitung E_2 in die Erde. Bei dieser Anordnung haben nur die eine Kondensatorbelegung und die mit ihr verbundene Kugel der Funkenstrecke Hochspannung gegen Erde; diese Teile lassen sich leicht isolieren und gegen gefahrbringende Berührung sicher abschliessen. Die übrigen Teile haben infolge ihrer Verbindung mit Erde nur geringe Spannung; man braucht daher auf ihre Isolation keine besondere Sorgfalt zu verwenden und kann den Sendedraht berühren, ohne stärkere Schläge zu erhalten. Die Zwischenschaltung des Kondensators hat zur Folge, dass erheblich grössere Elektrizitätsmengen bei der Entladung zum Ausgleich kommen und daher bei gleicher Spannung grössere Energiemengen ausgestrahlt werden als bei der MARCONIschen Anordnung.

Die verwendeten Induktoren haben 40 bis 50 cm Schlagweite und sind mit Quecksilber-Turbinenunterbrecher zum direkten Anschluss an eine Licht- oder Kraftleitung ausgerüstet; eine Erregungsbatterie ist demnach entbehrlich. Die Taste ist an dem Unterbrecher angebracht. Der Kondensator aus Mikanit ist derart auf dem Induktor montiert, dass der eine die Hochspannung führende Pol des Induktors und Kondensators der Berührung nicht zugänglich sind.

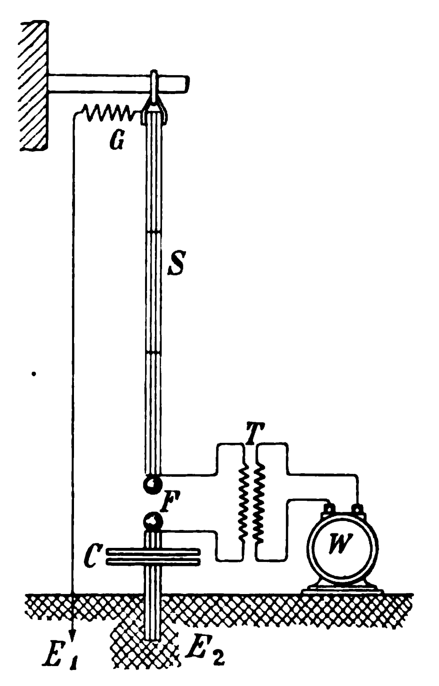


Fig. 234.

Steht eine Wechselstrom liefernde Dynamomaschine zur Verfügung, so wird die noch einfachere Schaltung der Fig. 234 angewendet. Die Wechselstrommaschine W, durch einen Elektromotor getrieben, speist die Primärwindungen des Hochspannungstransformators T, sobald die (in der Figur weggelassene) Taste niedergedrückt wird. Dabei wird durch Vermittelung der Sekundärspule, die mit den Kugeln der Funkenstrecke F verbunden ist, der Kondensator C geladen. Für den Ladestrom ist die Sekundärspule durch den Sendedraht S, die Induktanzrolle G, die Erden E_1 und E_2 und den Kondensator geschlossen; die Selbstinduktion der oberen Erdverbindung hat bei der Ladung wegen der geringen Periodenzahl des Wechselstroms keinen erheblichen Einfluss. Sobald aber durch die Funkenbildung der Entladungsstrom mit seiner Frequenz von etwa 5—10 Millionen einsetzt, wirkt die hohe Selbstinduktion in G wie eine Absperrung, und es bilden sich die den Äther erschütternden schnellen Oszillationen fast nur in dem eigentlichen Sendedraht S aus. Diese Einrichtung, wie sie z. B. an Bord der deutschen Kriegsschiffe getroffen ist, gestattet viel grössere Energiewerte in Strahlung umzusetzen als bei Benutzung eines RUHMKORFFschen Induktors.

Der Empfänger.

Der Empfänger. — Das Empfangsrelais R ist, wie Fig. 235 zeigt, mit seiner Batterie B dem Fritter F nicht parallel, sondern mit ihm in Reihe geschaltet. Dadurch werden die von der Luftdrahtschleife S aufgefangenen Wellen genötigt, unverzweigt durch den Fritter zu gehen; ihren weiteren

Weg zur Erde finden sie durch einen dem Relais parallel geschalteten Kondensator. Der Stromkreis der Batterie B schliesst sich durch das Relais, den Fritter, die Drahtschleife S und die Erdleitungen E_1 und E_2. Die Unterbrechung des Stromes erfolgt nicht, wie bei MARCONI, innerhalb des Fritters durch den Klöppelschlag, sondern durch einen federnden Kontakt automatisch ausserhalb des Fritters und vor dem eigentlichen Schlage des Hammers. Dadurch wird nicht nur ein leichtes und sicheres Auslösen des Fritters erzielt, sondern auch seine Lebensdauer verlängert, weil der sonst im Innern auftretende Öffnungsfunke, welcher die Fritterspäne allmählich zerstört, nach aussen verlegt ist. Die Empfangsapparate für bewegliche Stationen sind mit einer Intensitäts-Schwächungsvorrichtung versehen, welche ermöglicht, die auf grosse Entfernungen berechnete hohe Empfindlichkeit der Fritter soweit herabzumindern, dass diese auch auf kurze Entfernungen gut arbeiten. In Fig. 235 hat man sich mit dem Relais noch den Hammer und einen Morseschreiber in bekannter Weise verbunden zu denken. Statt des Morse könnte auch ein anderer telegraphischer Empfangsapparat, z. B. ein Hughesapparat benutzt werden; im Geber müsste dann natürlich statt der Taste ebenfalls ein Hughesapparat eingeschaltet sein.

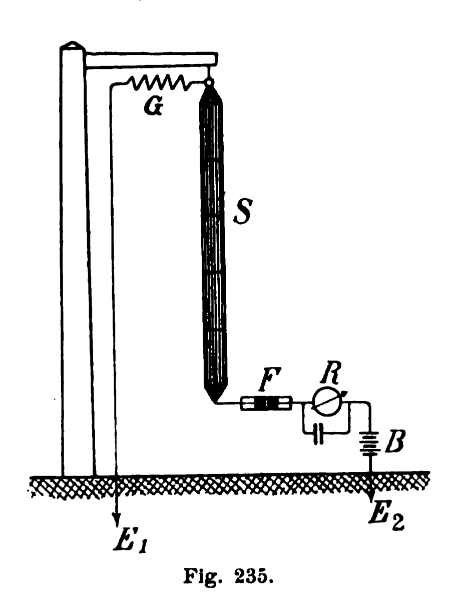


Fig. 235.

Die gegenüberstehende Abbildung Fig. 236 stellt eine in einem Wagen untergebrachte bewegliche Funkentelegraphenstation dar, wie solche von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin dem nach China entsandten deutschen Expeditionskorps für Zwecke der Feldtelegraphie geliefert worden sind.

5. Der Braunsche Geber.

Professor Dr. F. BRAUN in Strassburg hat in den Jahren 1899/1900 zwischen Cuxhaven und der Insel Helgoland Versuche mit Funkentelegraphie angestellt und dabei schliesslich eine Telegraphierweite von 62 km erreicht. Die Höhe der Luftdrähte betrug 29 bez. 31 m. Er benutzte (vgl. Elektrotechnische Zeitschr. v. 1901, Heft 12) eine neue Geberanordnung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Funkenstrecke mit dem Luftdraht nicht unmittelbar, sondern durch einen Induktionsübertrager in Verbindung steht. Diese Einrichtung entstand aus der Erwägung, dass die Schwingungen bei kleiner Kapazität des Senders durch die Funkenstrecke sehr stark gedämpft werden, was für das Abstimmen von Geber und Empfänger sehr störend ist; sie soll ferner die Ausstrahlung grösserer Energiemengen ermöglichen als die MARCONIsche Anordnung.

BRAUN schaltet in den Sekundärkreis des Funkeninduktors zu beiden Seiten der Funkenstrecke je einen Kondensator und legt ausserdem die primäre Wicklung eines Transformators hinein, dessen sekundäre Wicklung

zwischen Sendedraht und Erde geschaltet wird. Die schnellen Schwingungen der Funkenentladung werden so durch Induktion auf die funkenlose Sendeleitung übertragen. Hierbei nimmt die Wirkung des Senders in viel weiterem Umfange als bei der MARCONI-Schaltung mit der im Primärkreise verwendeten Energie zu, sie lässt sich sowohl durch Vergrösserung der Kapazität als durch Erhöhung des Potentials steigern. Man kann den Gebedraht ohne Gefahr berühren und braucht auf seine Isolation weniger Sorgfalt zu verwenden.

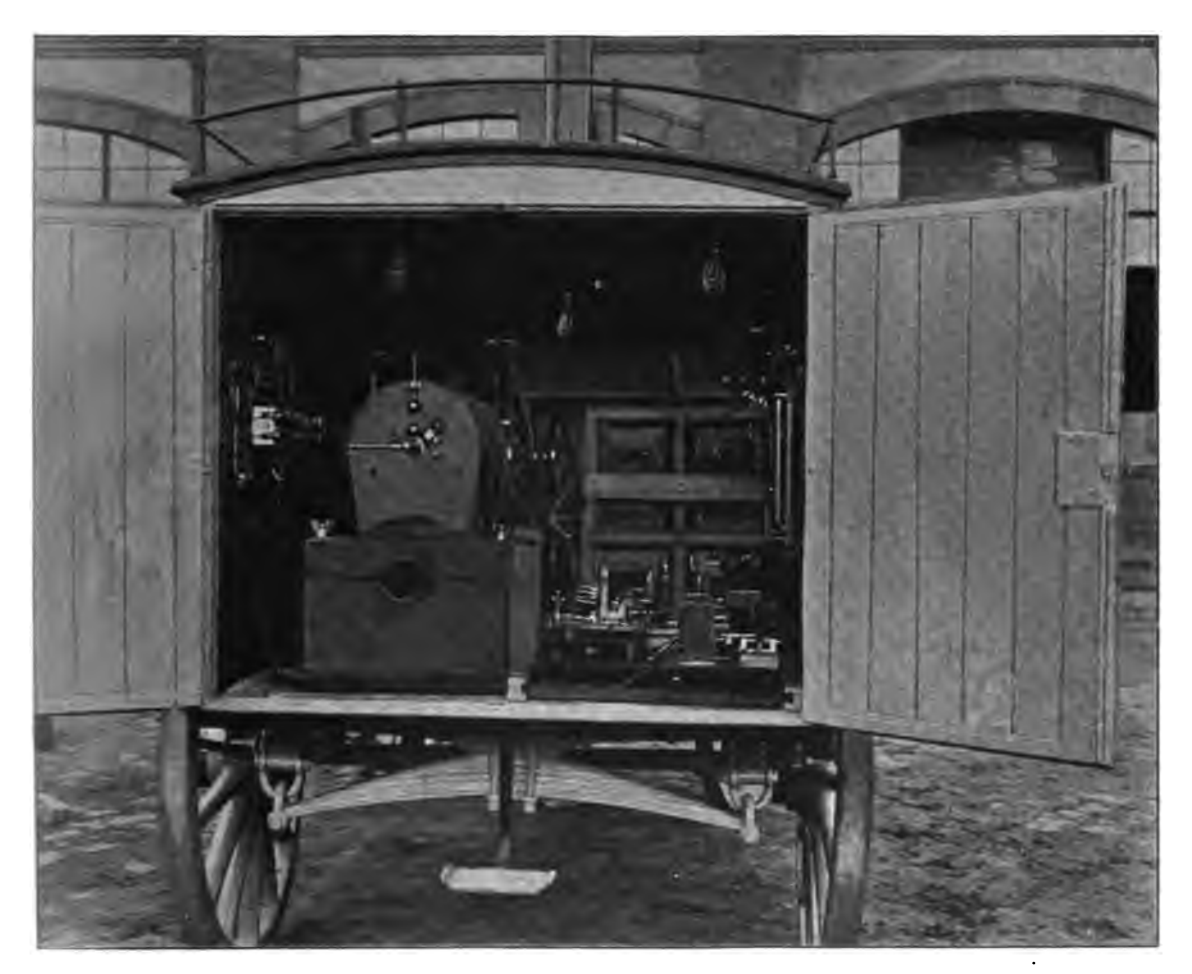


Fig. 236.

Die Schwingungen sind nur schwach gedämpft und lassen sich so abgleichen, dass ihre Amplitude im Sender durch Resonanz erheblich gesteigert werden kann. Eine Steigerung der Amplitude erhält BRAUN ferner dadurch, dass er den Transformator aus mehreren parallel geschalteten Erregerspulen herstellt und dieselbe Primärschwingung in jeder einzelnen Spule induzierend wirken lässt. Entsprechend der Anzahl der parallel geschalteten Spulen im Erregerkreise sinkt zugleich die Selbstinduktion, sodass zur Erzielung der bei nur einer Spule vorhandenen Schwingungszahl die Kapazität im gleichen Verhältnis erhöht werden muss; hiermit ist aber zugleich eine entsprechende Steigerung der primären und der ausgestrahlten Energie verbunden.

6. Abgestimmte und mehrfache Funkentelegraphie.

Der drahtlosen Telegraphie, soweit wir sie im Vorstehenden kennen gelernt haben, haftet ein lästiger Übelstand an: ein Strahlensender wirkt auf alle in seinem Bereiche befindlichen Empfangsapparate ein. Daraus folgt:

1. dass die Telegrammübermittelung zwischen zwei Stationen gestört wird, sobald eine dritte Station, in deren Wirkungsbereich jene liegen, Zeichen giebt;

2. dass ein in der Beförderung begriffenes Funkentelegramm von Unberufenen mitgelesen werden kann, also das Telegraphengeheimnis preisgegeben ist.

Den Bemühungen SLABYS ist es gelungen, diesem Mangel in einfacher Weise abzuhelfen, nämlich durch Abstimmung des Gebers und des Empfängers auf eine vereinbarte Wellenlänge (vgl. Elektrotechn. Zeitschr. 1901, Heft 2).

Nach SLABY führt die Theorie des Gebers auf die Differentialgleichung

$$W_1 \frac{dJ}{dt} + L_1 \frac{d^2J}{dt^2} = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{d^2J}{dx^2},$$

worin W_1, L_1 und C_1 den Widerstand, die Selbstinduktion und die Kapazität für die Längeneinheit des Sendedrahts und x einen Abstand von dessen Endpunkt bedeuten.

Die Lösung ergiebt die Gleichungen

$$J = Ae^{-\frac{W}{2L} \cdot t} \cdot \cos\frac{2\pi}{T} t \cdot \sin\frac{\pi}{2l} x \text{ und } T = 4\sqrt{CL}.$$

Hier bezeichnen A eine Konstante, l die Drahtlänge, W, L und C die Werte für die ganze Schwingungsbahn und $\frac{1}{T}$ die Frequenz der elektrischen Schwingungen. Wird C in elektrostatischem und L in elektromagnetischem Maasse genommen, so ergiebt der Ausdruck $\sqrt{CL}$ die Drahtlänge l und führt auf eine Wellenlänge $\lambda = 4\,l$. Die Potentialdifferenz für die Längeneinheit des Drahtes wird

$$\frac{dV}{dx} = Be^{-\frac{W}{2L} \cdot t} \cdot \cos\frac{2\pi}{T} t \cdot \cos\frac{\pi}{2l} x.$$

Aus den Formeln geht hervor, dass die Länge der im Sendedraht erzeugten Wellen gleich der vierfachen Drahtlänge ist, ferner dass die auftretenden Wechselspannungen ein einfaches harmonisches Gesetz befolgen, und dass sich am oberen Ende des Drahtes stets ein Schwingungsbauch, an der Funkenstrecke ein Knotenpunkt für die Spannung ausbildet. Indem er die Strahlung des Drahtes auf dicht hinter diesem angebrachte photographische Platten einwirken liess, fand SLABY in der That, dass die entwickelten Bilder eine gesetzmässige Zunahme der Spannung nach dem oberen Drahtende zeigten und somit das Vorhandensein von stehenden elektrischen Schwingungen im Drahte bewiesen. Schon eine geringe Neigung des Drahtes gegen die Erde hat indes eine Veränderung der Kapazität und damit eine starke Vergrösserung der Wellenlänge zur Folge, sodass das angegebene Verhältnis zwischen Draht- und Wellenlänge dann nicht mehr zutrifft.

Nach Vorstehendem hat man es also in der Hand, durch entsprechende Bemessung der Länge des Sendedrahts und der Kapazität des in diesen eingeschalteten Kondensators elektromagnetische Wellen von bestimmter Länge auszusenden. Man kann ferner auch bei einer vorhandenen Anlage die Wellenlänge in beliebigem Maasse verändern, indem man durch Einschaltung abgestimmter Spulen die Selbstinduktion des Systems ändert.

In ähnlicher Weise lässt sich der Empfangsdraht abstimmen. Man braucht diesem nur dieselbe Länge wie dem Sendedrahte zu geben und das untere Ende durch Erdverbindung zu einem Knotenpunkte zu machen; dann bilden sich in ihm Wechselspannungen nach demselben harmonischen Gesetz aus (Fig. 237). Der Fritter müsste seinen Platz am oberen Drahtende bei *D* erhalten, wo sich der Schwingungsbauch befindet. Da dies nicht angeht, so schliesst SLABY an den Knotenpunkt *C* des Auffangedrahts einen auf eine grosse Spule gewickelten Draht von gleicher Länge an und legt an dessen freies Ende *E* den Fritter. Die Schwingungen übertragen sich durch den Knotenpunkt auf den zweiten Draht *CE* und erzeugen an dessen Ende einen Schwingungsbauch von gleicher Stärke wie bei *D*. Dies gilt aber nur für Wellen, die gerade viermal so lang sind wie *CD*; alle Wellen von anderer Länge wandern dagegen am Knotenpunkte *C* in die Erde.

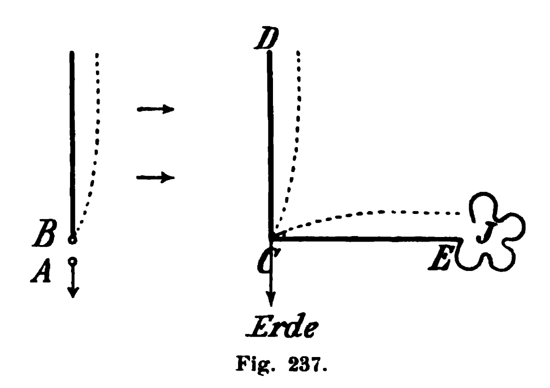


Fig. 237.

Ist der Auffangedraht kleiner als die Viertellänge der ankommenden Wellen, so können letztere dadurch zum Weiterwandern in den Verlängerungsdraht veranlasst werden, dass man die Gesamtlänge beider Drähte gleich der halben Wellenlänge macht. Z. B. würden zum Empfangen von 200 m langen Wellen an einen nur 40 m langen senkrechten Draht noch 60 m Draht im Erdungspunkt anzuschliessen sein. Letzterer ist dann zwar für die 200 m langen Wellen kein reiner Knotenpunkt, lässt sie aber fast ungeschwächt in den Verlängerungsdraht übertreten, an dessen Ende sie einen Schwingungsbauch bilden; alle anderen Wellen verschluckt der Erdungspunkt.

Um die dem Fritter zuzuführende Spannung noch weiter zu erhöhen, schaltet ihn SLABY nicht zwischen Punkt *E* und Erde, sondern er verbindet mit Punkt *E*, dem Ende des Verlängerungsdrahtes, noch ein Drahtstück *EJ* von der Länge einer halben Welle und legt den Fritter zwischen die Punkte *E* und *J*. Da zwischen diesen Punkten eine Phasenverschiebung von 180° entsteht, so wird der Spannungsunterschied zwischen den Fritterenden doppelt so gross als bei Erdung des Fritters. Der Wegfall der Erdverbindung macht den Fritter zugleich von den statischen Ladungen der Atmosphäre unabhängig und beseitigt somit die lästigen Störungen der Luftelektrizität.

Den Draht *EJ* bezeichnet SLABY wegen seiner die Spannung erhöhenden Eigenschaft als Multiplikator; er verwendet ihn als Drahtspule von bestimmter Form und Wicklungsart. Der Multiplikator verstärkt nicht nur gleich einem Resonanzboden die Schwingungsamplituden, sondern er sichtet auch die ankommenden Wellen noch einmal, ehe sie zum Fritter gelangen, indem er Wellen abweichender Länge zurückwirft. Die Wirkung des Multiplikators soll darauf beruhen, dass in den Windungen der Spule eine Phasenverschiebung

des Stromes auftritt, derart, dass für gewisse Windungen der Sinn der gegenseitigen Induktion sich umkehrt.

Die SLABYsche Erfindung gewährt zugleich die Möglichkeit, mit einem Auffangedraht gleichzeitig Telegramme von zwei oder mehr Stationen aufzunehmen. Man hat zu dem Zwecke nur an den Erdungspunkt des senkrechten Drahtes für jede Station einen besonderen Verlängerungsdraht, welcher der vereinbarten Wellenlänge entspricht, anzuschliessen. Dann verteilen sich die ankommenden Wellen verschiedener Länge so auf die einzelnen Verlängerungen, dass jede der letzteren nur diejenigen Wellen aufnimmt, deren halbe Länge gleich der Gesamtlänge des Auffangedrahts plus der betreffenden Verlängerung ist. — In dieser Weise ist die Funkentelegraphenstation in der elektrischen Centrale Schiffbauerdamm der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, der ein Schornsteinblitzableiter als Luftdraht dient, zum gleichzeitigen Telegraphieren mit den Stationen in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg (4 km) und dem Kabelwerk Oberspree in Schöneweide (14 km) hergerichtet; die Anlage arbeitet völlig sicher und fehlerfrei. Es werden Wellen von 600 und 140 m Länge benutzt.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dass die Einschaltung des Fritters am Ende des Verlängerungsdrahts, wo die Maximalspannung auftritt, sehr viel günstiger ist als die früher übliche Einschaltung am unteren Ende des Luftdrahts, das wegen der beträchtlichen Kapazität des Fritters praktisch als Knotenpunkt für die aufgenommenen elektrischen Schwingungen anzusehen ist.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese wesentlichen Verbesserungen, welche SLABY erst im Dezember 1900 veröffentlicht hat, die Einführung der Funkentelegraphie in den Dienst des Nachrichtenverkehrs mächtig fördern werden.

Die Funkentelegraphie hat bisher hauptsächlich auf oder an der See Verwendung gefunden, sei es von Schiff zu Schiff, oder zwischen Land und Schiffen, oder zwischen zwei Landstationen über Meeresarme hinweg; in solchen Fällen würde die durch sie hergestellte Verbindung meist auf andere Weise nicht leicht oder überhaupt nicht ausführbar sein. Es trifft sich gut, dass die Funkentelegraphie gerade auf See unter viel günstigeren Bedingungen arbeitet als zu Lande. Man kann über See mit den gleichen Einrichtungen fünf bis zehnmal so grosse Entfernungen überwinden wie über Land. Die Ursache hiervon ist nicht die grössere Reinheit und Staubfreiheit der Atmosphäre auf offener See, sondern anscheinend eine eigentümliche Flächenwirkung der See. Die elektrischen Wellen gleiten mit Vorliebe an Leitern und Halbleitern entlang, die sich in ihrer Fortpflanzungsrichtung erstrecken; ihre Fortleitung wird daher durch die glatte Meeresfläche sehr viel mehr begünstigt, als durch die unebenen und mit Pflanzenwuchs bedeckten Landflächen. Dazu kommt, dass auf dem Lande mancherlei lineare Erhebungen, wie Bäume, Masten, Gebäude die auf sie treffenden elektrischen Wellen festhalten und vernichten, besonders im feuchten oder durchnässten Zustande.

VI. Messinstrumente und Messverfahren.

Die elektrische Messtechnik im allgemeinen ist im zweiten Bande des Handbuchs ausführlich behandelt. Im Nachstehenden soll auf die vorzugsweise für den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb bestimmten Messinstrumente und die hier üblichen Messverfahren näher eingegangen werden.

Die elektrische Prüfung der Leitungen erstreckt sich auf die Feststellung des Leitungs- und des Isolationswiderstandes, bei Kabelleitungen auch der Ladungskapazität. Bei der Prüfung von Elementen und Batterien werden die Klemmenspannung, die in einem äusseren Widerstand erzeugte Stromstärke und der innere Widerstand ermittelt.

I. Rheostaten.

Als Vergleichswiderstände bei Widerstandsmessungen kommen Stöpsel- und Kurbelrheostaten zur Verwendung. Der Stöpselrheostat (Fig. 238) enthält in einem Holzkasten zwei Reihen von je acht Rollen mit Seide umsponnenen Neusilberdrahts, die bifilar gewickelt sind. Der Widerstand der Rollen beträgt 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500, 1000, 1000, 2000, 5000 = zusammen 10 000 Ohm. Das Ende jeder Rolle ist mit dem Anfange der nächsten verbunden. Auf der Ebonitdeckplatte des Kastens sitzen in zwei Reihen 18 kleine Messingschienen, an welche die Rollenenden geführt sind. Die beiden Schienen am linken Ende der Reihen tragen Flügelschrauben zur Aufnahme der Zuleitungsdrähte, die Endschienen rechts sind durch ein Messingstück miteinander verbunden. Je zwei benachbarte Schienen lassen sich durch konische Messingstöpsel mit flachem Ebonitgriffe verbinden. Stecken alle 16 Stöpsel zwischen den Schienen, so bilden diese einen zusammenhängenden Stromweg und die Drahtrollen sind durch Kurzschluss ausgeschaltet. Durch Herausnehmen der entsprechenden Stöpsel kann man beliebige Rollen einschalten und jeden Widerstandswert zwischen 1 und 10 000 Ohm bilden.

Stöpselrheostat.

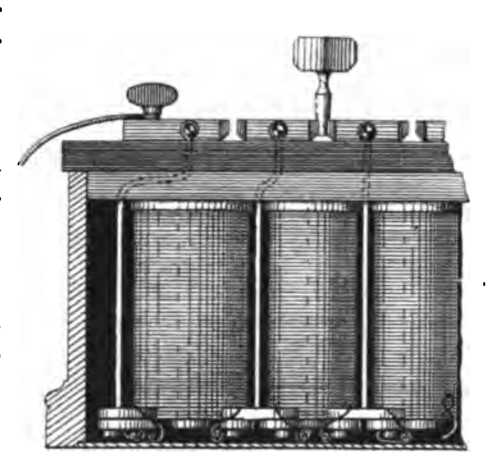


Fig. 238.

Vorteilhafter sind die neueren Kurbelrheostaten. Der Kurbelrheostat enthält in einem hölzernen Kasten 20 Rollen aus Manganindraht, und zwar je vier zu 1, 10, 100 und 1000 Ohm, ferner je eine Rolle zu 5, 50, 500 und 5000 Ohm. Von diesen Rollen sind je die Einer, Zehner, Hunderte und Tausende zu einem Kreise zusammengestellt und mit den Enden so, wie in Fig. 239 veranschaulicht ist, an die auf der Ebonitdeckplatte in vier

Kurbelrheostat.

Kreisen sitzenden Kontaktstücke geführt. Jeder Kontaktkreis besteht zur Hälfte aus zehn kleinen Messingklötzen (0—9), zur anderen Hälfte aus zwei Quadranten von Messing. Auf den Kontaktstücken jedes Kreises schleifen die Enden eines um eine senkrechte Achse drehbaren Schalthebels (Kurbel). Letzterer besteht aus vier übereinander liegenden, an den Enden abwärts gebogenen Federn aus Kupferblech, die nebst einem darüber liegenden Messingstreifen und einer unter ihnen befindlichen Messingscheibe durch zwei einen Ebonitgriff tragende Bolzen verbunden sind. Der Hebel dreht sich um einen

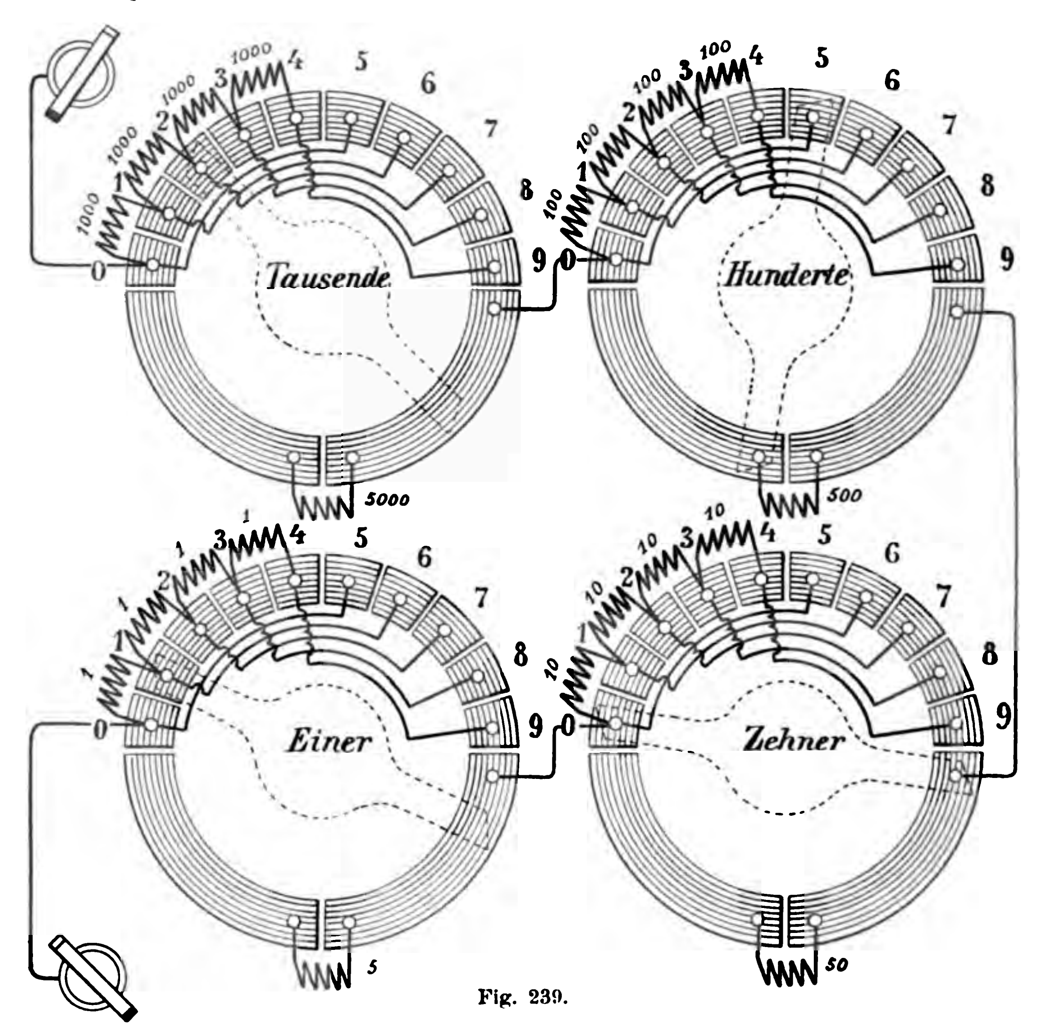


Fig. 239.

in der Deckplatte sitzenden Stahlbolzen und wird durch eine starke Spiralfeder, die den Bolzen umgebend sich zwischen dessen Kopf und die erwähnte Messingscheibe stemmt, abwärts auf die Kontaktstücke gedrückt. An der Messingscheibe befindet sich eine nach unten gebogene Schnappfeder; diese schnappt jedesmal in eine Kerbe einer auf der Deckplatte sitzenden Scheibe ein, wenn der Hebel beim Drehen die Mitte eines Kontaktstücks erreicht hat. — In welcher Weise die einzelnen Widerstandswerte von 1 bis 9999 Ohm gebildet werden, ist an der Hand der Figur leicht zu verfolgen. Bei den gezeichneten Hebelstellungen sind 2000 + 500 + 1 = 2501 Ohm eingeschaltet.

2. Das Differential-Galvanometer.

Das Differential-Galvanometer (Fig. 240) dient vorzugsweise zu Widerstandsmessungen an oberirdischen Leitungen. Seine Einrichtung ist folgende. Zwei nach aussen durch die Ebonitscheiben *ee* begrenzte Messingspulen sind im Abstande von 8 mm durch zwei Kupferwürfel *KK* miteinander verbunden. Auf die Spulen sind zwei umsponnene Kupferdrähte *uu* von gleicher Beschaffenheit nebeneinander aufgewickelt, sodass der eine ganz dieselbe Lage

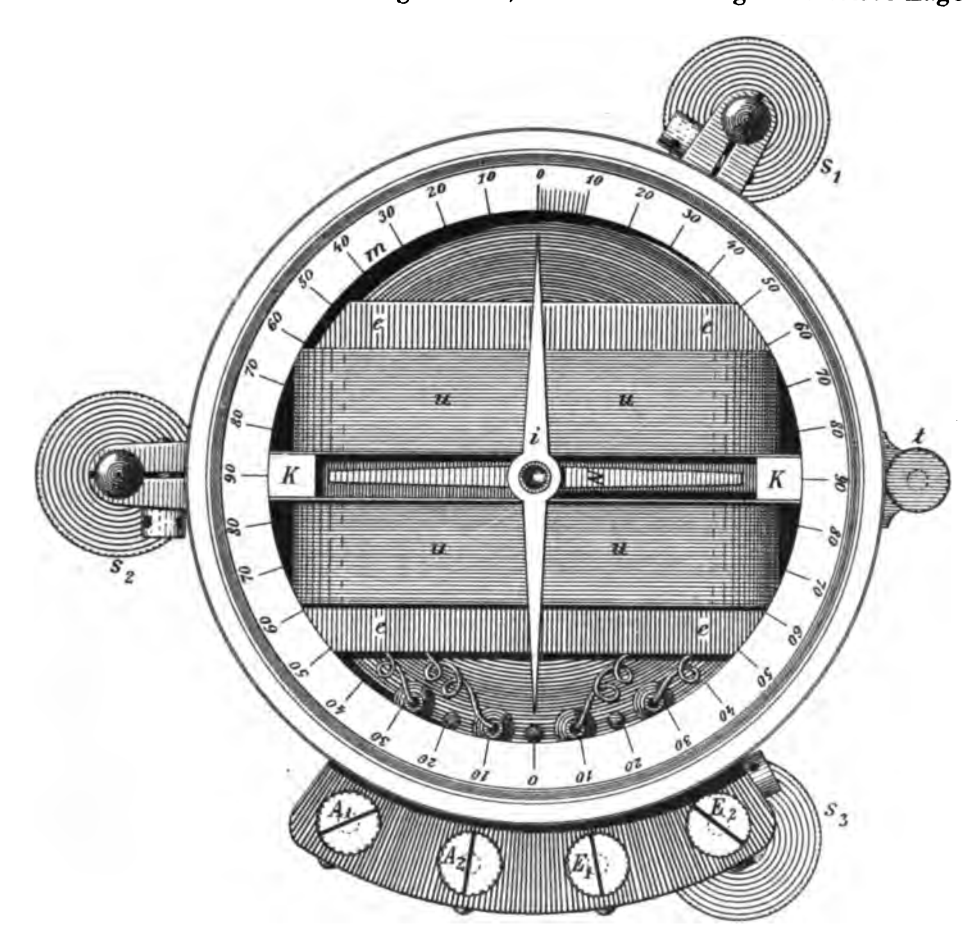


Fig. 240.

hat wie der andere; beide Drähte haben ferner genau gleichen Widerstand (je 160 Ohm bei 1000 Windungen). Die Spulen sind auf der Grundplatte einer cylindrischen, oben mit einer Glasscheibe geschlossenen Messingkapsel befestigt; die vier Drahtenden sind an vier aussen an der Kapsel auf einem Ebonitstücke sitzende Messingklemmen A_1 E_1 A_2 E_2 geführt. Innerhalb des von beiden Spulen begrenzten Raumes ist die Magnetnadel N angebracht; sie trägt in der Mitte eine hohe Messinghülse, an deren oberem Ende oberhalb der Drahtwindungen ein Zeiger i von Aluminium rechtwinkelig zur Nadel befestigt ist. Mit der Hülse, in welcher sich oben ein Achat- oder

Stahlhütchen befindet, ruht die Magnetnadel leicht drehbar auf der Spitze einer senkrecht auf der Grundplatte befestigten stählernen Achse. In der Ebene des Zeigers ist an der Kapselwand ein mit Gradeinteilung versehener versilberter Messingring *m* angebracht. Um die Achsenspitze vor Beschädigung zu schützen, muss die Nadel vor einer Versendung des Instruments von der Spitze abgehoben und festgelegt werden. Dies geschieht mittelst eines Hebels, dessen gegabeltes Ende in den vertieften Rand einer unterhalb der Nadel lose auf die Achse geschobenen Hülse greift; wird das andere Hebelende durch Rechtsdrehen der Schraube *t* nach unten gedrückt, so drückt das gegabelte Hebelende nach oben und presst die Magnetnadel mit der oberen Fläche ihrer Hülse gegen die Deckelscheibe.

Unter der Grundplatte der Kapsel befindet sich ein Ansatz, der mittelst eines konischen Zapfens in ein dreiarmiges Gestell drehbar eingelassen ist. Die Gestellarme ruhen auf drei Stellschrauben s_1 s_2 s_3, mittelst deren man das Instrument vor einer Messung mit Hülfe einer Wasserwage (Libelle) in die horizontale Lage bringt.

Dem Galvanometer ist ein Zweigwiderstand (Shunt) beigegeben. Dieser enthält in einem Holzkästchen drei Widerstandsröllchen aus isoliertem Kupferdrahte, die genau $^1/_9$, $^1/_{99}$ bez. $^1/_{999}$ des Widerstandes eines Umwindungsdrahts ausmachen. Die Einschaltung eines dieser drei Werte erfolgt durch Stöpselung in dem betreffenden Loche. Steckt kein Stöpsel, so ist der Zweigwiderstand ausgeschaltet.

Differential-Galvanometer mit Baumschraube.

Etwas abweichend ist das Differential-Galvanometer mit Baumschraube gebaut. Es ist von kleineren Abmessungen und vorzugsweise zur Benutzung auf freier Strecke und bei nicht mit Messeinrichtung versehenen Ämtern bestimmt. Das Instrument enthält nur eine Spule, und zwar von Holz, auf die zwei isolierte Drähte von je 50 Ohm Widerstand in 300 Windungen aufgewickelt sind. Die Gradeinteilung umfasst nur 120°. Beim Festlegen wird die emporgehobene Nadel nicht gegen die Glasscheibe, sondern gegen die Holzspule gepresst. Dem Galvanometer ist eine mit Handgriff versehene, zum Einschrauben in einen Baum oder eine Telegraphenstange bestimmte Schraube beigegeben, in deren kugelförmiges, konisch ausgebohrtes Ende die Nuss eingesetzt wird: ein Messingstück mit zwei durch Schrauben zusammenpressbaren Backen, zwischen welchen die Kugel des Galvanometerträgers eingeklemmt wird. Diese Vorrichtung ermöglicht es, den Träger so einzustellen, dass das aus seinem Untersatze herausgenommene und mit seinem konischen Zapfen in den Träger eingesetzte Galvanometer eine genau wagerechte Lage erhält.

3. Leitungsmessungen mit dem Differential-Galvanometer.

Bei Benutzung des Differential-Galvanometers zu Widerstandsmessungen sendet man durch die beiden Umwindungsdrähte zwei Ströme von entgegengesetzter Richtung. Diese suchen die Nadel im entgegengesetzten Sinne abzulenken, es kommt daher nur die Differenz ihrer Wirkungen zur Geltung. Bildet jeder Draht n Windungen und sind die Stromstärken i_1 und i_2, so hängt die ablenkende Kraft ab von der Differenz $n \cdot i_1 - n \cdot i_2$; letztere wird gleich Null, sobald $i_1 = i_2$ ist, d. h. sobald in beiden Drähten gleich starke Ströme fliessen. In diesem Falle bleibt die Magnetnadel in Ruhe.

Das Differential-Galvanometer wird mit einem Rheostaten, dem Zweigwiderstand, einer Taste und einem Stromwender (Umschalter VIII) unter Benutzung isolierten Drahtes nach Maassgabe der Fig. 241 verbunden. Die Messbatterie ist mit beiden Polen an den Stromwender zu legen, sodass jede Messung beliebig mit dem Zinkpol oder dem Kupferpol ausgeführt werden kann. Für gewöhnlich soll die Messbatterie aus zehn Kupferelementen bestehen, beim Messen von Widerständen über eine Million Ohm kann sie verstärkt werden. Die Erdleitung darf während des Messens nicht zu Betriebszwecken dienen. An die Klemme E_2 wird die zu messende Leitung gelegt.

Bei Beginn der Messung wird das Galvanometer so gedreht, dass der Zeiger auf Null weist, wobei die Magnetnadel den Drahtwindungen parallel steht. Bei Tastendruck fliesst der Strom der Batterie, deren einer Pol über den Stromwender an Erde liegt, zu den miteinander verbundenen Klemmen A_2 E_1 und von da in zwei Teilen durch die beiden Umwindungsdrähte u_1 und u_2,

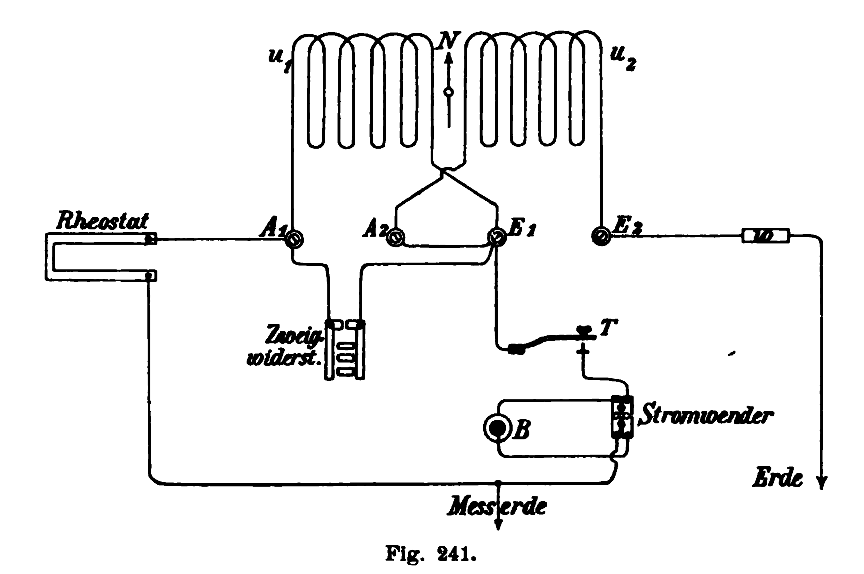


Fig. 241.

jedoch in verschiedener Richtung: durch u_2 vom Anfange zum Ende, durch u_1 vom Ende zum Anfange. Man schaltet nun im Rheostaten soviel Widerstand ein, dass der Zeiger des Galvanometers bei Tastendruck auf Null stehen bleibt: dann sind beide von A_2 E_1 ausgehenden Zweigströme einander gleich und der Rheostatenwiderstand ist gleich dem zu messenden Widerstande.

Bezeichnet nämlich E die EMK der Messbatterie und b deren Widerstand, u den Widerstand eines Galvanometerdrahts, r den des Rheostaten und w den der Leitung (einschliesslich des Widerstandes der Erdleitung am fernen Ende und der Messerde), ferner i_1 und i_2 die durch u_1 und u_2 gehenden Ströme und J den Gesamtstrom, so ist nach dem Kirchhoffschen Gesetze für den Rheostatenkreis:

$$E = J \cdot b + i_1 (u + r) \text{ und für den Leitungskreis:}$$
$$E = J \cdot b + i_2 (u + w). \text{ Daraus folgt:}$$
$$w = r, \text{ sofern } i_1 = i_2 \text{ ist.}$$

Man erhält dabei stets den Widerstand der Leitung vermehrt um den Widerstand der Messerde und der Leitungserde am fernen Ende. An Stelle

der Messerde kann man eine zweite Leitung anlegen; die Messung ergiebt alsdann die Summe der Widerstände beider Leitungen (einschliesslich ihrer Erden). Laufen beide Leitungen nach demselben Amte und sind sie dort zur Schleife verbunden, so erhält man den reinen Widerstand der Leitungen (ausschliesslich der Erden).

Um Widerstände von höherem Betrag als 10000 Ohm zu messen, wird von dem Zweigwiderstande Gebrauch gemacht. Je nach dem Betrage des dem Galvanometerdraht u_1 parallel geschalteten Zweigwiderstandes ist der gesuchte Widerstand w 10, 100 oder 1000 mal so gross als der eingeschaltete Rheostatenwiderstand r. Ist z. B. $^1/_9$ Shunt gestöpselt, so teilt sich der von Klemme E_1 zum Rheostaten fliessende Strom i_1 in zehn Teile, wovon neun Teile durch den Zweigwiderstand und ein Teil durch u_1 gehen; es muss also nach erfolgter Abgleichung des Rheostaten $^1/_{10}\, i_1 = i_2$ oder $i_1 = 10\, i_2$ sein. Dies ist der Fall, wenn $r = {^1/_{10}}\, w$ ist. Denn da der kombinierte Widerstand der beiden Stromwege zwischen

$$E_1 \text{ und } A_1 = \frac{u \cdot {^1/_9}\, u}{u + {^1/_9}\, u} = {^1/_{10}}\, u \text{ ist,}$$

so folgt aus den Kirchhoffschen Gesetzen

$$E = J \cdot b + i_1 ({^1/_{10}}\, u + r) = J \cdot b + i_2\, (u + w);$$

setzt man hierin $$i_1 = 10\, i_2,$$

so ergiebt sich $$10\, i_2\, ({^1/_{10}}\, u + r) = i_2\, (u + w),$$

also $$10\, r = w.$$

Ein empfindliches Galvanometer darf niemals starken Strömen ausgesetzt werden. Daher ist vor Stromschluss im Rheostaten ein dem zu messenden ungefähr entsprechender Widerstand einzuschalten. Dann ist durch kurzen Tastendruck die Richtung der Nadelablenkung festzustellen und dementsprechend der Widerstand zu erhöhen oder zu vermindern. Weicht die Nadel nur noch wenige Grade ab, so erfolgt die genaue Abgleichung des Widerstandes bei andauerndem Tastendrucke. Darauf ist die Batterie auf einige Minuten zu öffnen und nun erst, u. U. nach nochmaliger Abgleichung, der Rheostatenwiderstand abzulesen.

Gewöhnlich wird die Galvanometernadel nach dem Anlegen der am fernen Ende mit Erde verbundenen Leitung abgelenkt, ehe die Messbatterie geschlossen ist. Die Ursache hiervon ist der sogenannte Aussenstrom der Leitung, herrührend von Erdströmen, von der Polarisation der Erdplatten oder auch von Stromteilen aus benachbarten Leitungen. In diesem Falle muss mit jedem Batteriepol eine Messung ausgeführt werden; man erhält dabei verschiedene Werte von r, weil der Messstrom je nach seiner Richtung einmal vom Aussenstrome verstärkt, das andere Mal geschwächt wird und die beiden Zweigströme i_1 und i_2 hierbei in ungleichem Maasse beeinflusst werden. Von den beiden Werten für r ist das Mittel zu nehmen.

Wird die EMK des Aussenstroms mit e bezeichnet, so ist bei der einen Richtung des Messstroms nach erfolgter Abgleichung

im Leitungskreise $E + e = J \cdot b + i_2\, (u + w)$,
im Rheostatenkreise $E = J \cdot b + i_1\, (u + r)$,

folglich, da $i_1 = i_2 = i$, $\quad e = i\, (w - r)$;

bei der anderen Stromrichtung ist dagegen

$$\begin{array}{lll} \text{im Leitungskreise} & -E+e & = -J'\cdot b - i'_2\,(u+w), \\ \text{im Rheostatenkreise} & -E & = -J'\cdot b - i'_1\,(u+r'), \\ \hline \text{mithin} & e & = i'\,(r'-w). \end{array}$$

Da nun $J = 2i$, so ist $E = i\,(2b + u + r)$, also $i = \frac{E}{2b+u+r}$; ebenso ist

$$i' = \frac{E}{2b+u+r'}.$$

Wir haben also

$$e = \frac{E\,(w-r)}{2b+u+r} = \frac{E\,(r'-w)}{2b+u+r'}$$

oder

$$(w-r)\,(2b+u+r') = (r'-w)\,(2b+u+r),$$

woraus sich ergiebt

$$w = \frac{(r+r')\,(2b+u) + 2r\cdot r'}{4b+2u+r+r'}.$$

Nach dieser Formel ist also der Widerstand w zu berechnen, wenn die bei beiden Messungen gestöpselten Widerstände r und r' sind. Für $r = r'$ ergiebt die Formel $w = r$.

Setzt man in der Formel $r' = r + \delta$, so ist

$$w = \frac{(2r+\delta)\,(2b+u) + 2r^2 + 2r\delta}{4b+2u+2r+\delta} = \frac{(2r+\delta)\,(2b+u+r) + r\delta}{2\,(2b+u+r)+\delta}.$$

Ist δ klein gegen r, so kann man es im Nenner weglassen und den Bruch

$$\frac{r\delta}{2\,(2b+u+r)}$$

vernachlässigen.

Man erhält dann als Näherungswert

$$w = \frac{2r+\delta}{2} = \frac{r+r'}{2}.$$

Bei Ableitung der Formel für w war vorausgesetzt, dass die EMK des Aussenstroms sich während der beiden zusammengehörigen Messungen nicht ändere. Dies ist jedoch keineswegs sicher, zumal schon durch die Einwirkung des Messstroms die Polarisation der Erdplatten leicht verändert wird.

Methode des falschen Nullpunkts.

Ein genaueres Messergebnis erzielt man mit der Methode des „falschen Nullpunkts", wobei überdies schon eine Messung ausreichend ist. Die Methode besteht darin, dass man die vom Aussenstrome bewirkte Ablenkung als Nulllage der Nadel annimmt: dann ist der Rheostatenwiderstand richtig abgeglichen und gleich dem zu messenden Widerstande, wenn der Batteriestrom bei sehr kurzem Tastendrucke keine Änderung der Nadelablenkung verursacht.

Bei offener Batterie fliesst der Aussenstrom i von E_2 über A_2/E_1 nach A_1, also durch beide Galvanometerdrähte nacheinander in derselben Richtung; seine ablenkende Kraft ist also $= 2ni$. Bei Tastendruck ist die ablenkende Kraft $= n\cdot i_2 - n\cdot i_1$, und da sie in beiden Fällen gleich gross sein soll, muss $2ni = ni_2 - ni_1$ oder $2i = i_2 - i_1$ sein.

Ferner ist bei offener Batterie:

1. $e = i\,(w + 2u + r)$, und bei geschlossener Batterie im Leitungskreise:
2. $E + e = J \cdot b + i_2\,(u + w)$, im Rheostatenkreise:
3. $E = J \cdot b + i_1\,(u + r)$. Aus 2) und 3) folgt:

$$e = i_2\,(u + w) - i_1\,(u + r).$$

Also ist

$$e = \frac{i_2 - i_1}{2} \cdot (2u + w + r) = i_2\,(u + w) - i_1\,(u + r).$$

Daraus ergiebt sich $r = w$.

Da das Galvanometer am empfindlichsten ist, wenn die Magnetnadel den Windungen parallel steht, so empfiehlt es sich beim Messen mit falschem Nullpunkte, das Instrument der vom Aussenstrom abgelenkten Nadel nachzudrehen, bis deren Zeiger wieder auf Null zeigt, und dann erst die Batterie zu schliessen.

Bei den Messungen oberirdischer Leitungen wird ermittelt:

1. der Leitungswiderstand, wobei die Leitung am anderen Ende mit Ausschluss der Apparate an Erde gelegt ist;

2. der Isolationswiderstand, wobei die Leitung am anderen Ende isoliert ist. Der hierbei entstehende schwache Strom geht über die Isolatoren, etwaige den Draht berührende Baumzweige etc. zur Erde. Die Leitung ist um so besser isoliert, je grösseren Isolationswiderstand sie hat. Letzterer nimmt bei normal isolierten Leitungen unter sonst gleichen Umständen mit der Zahl der Stützpunkte, also mit der Leitungslänge ab.

Aus den gemessenen Widerständen der ganzen Leitung wird berechnet: der Leitungswiderstand für 1 km durch Division mit der Leitungslänge, der Isolationswiderstand für 1 km durch Multiplikation mit der Leitungslänge.

4. Messung von Batteriewiderständen mit dem Differential-Galvanometer.

Hierbei dient das Instrument als Sinusbussole. Die beiden Umwindungsdrähte sind durch Verbindung von Klemme E_1 mit A_2 hintereinander zu schalten und ihnen parallel zwischen A_1 und E_2 ein passender Zweigwiderstand, der die Nadelablenkung auf einen Wert zwischen 20° und 60° begrenzt. Die zu messende Batterie, ein Rheostat und ein Umschalter III werden mit dem Galvanometer (Klemmen A_1 E_2) zu einem Stromkreise verbunden. Bei Schliessung des Stromes (durch Einsetzen des Stöpsels in den Umschalter) wird die Nadel abgelenkt; man dreht nun die Messingkapsel mit den Drahtwindungen der Nadel nach, bis der Zeiger wieder auf Null steht. Dann wird der Strom unterbrochen, die Nadel geht in den magnetischen Meridian zurück, und der Teilstrich, auf dem der Zeiger stehen bleibt, giebt an, um wieviel Grade das Instrument gedreht worden ist. Zu dem Drehungswinkel α wird in einer Tabelle der Sinus aufgesucht und der zum halben Sinus gehörige Winkel. Auf letzteren Winkel stellt man nun durch Drehen der Kapsel den Zeiger ein. Darauf schliesst man den Strom nochmals und schaltet im Rheostaten soviel Widerstand ein, bis der Zeiger auf Null zurückgegangen ist. Der Rheostatenwiderstand r ist dann gleich dem Batteriewiderstande b.

Es ist nämlich beim ersten Stromschlusse die Stromstärke $i = k \cdot \sin a = \frac{e}{b}$, wo k den konstanten Faktor des Instruments und e die EMK der Batterie bedeutet; der kombinierte Widerstand des Galvanometers und des diesem parallel geschalteten Zweigwiderstandes kann als geringfügig vernachlässigt werden. Bei der zweiten Stromschliessung ist, wenn die Nadel auf Null steht,

$$^1/_2 k \cdot \sin a = {}^1/_2 i = \frac{e}{b+r}.$$

Demnach ist

$$\frac{e}{b} = \frac{2e}{b+r}, \text{ mithin } b + r = 2b \text{ oder } r = b.$$

Um den Einfluss der Polarisation zu vermindern, darf der Stromschluss jedesmal nicht über $^1/_2$ Minute dauern.

5. Die Gleichstrom-Messbrücke für oberirdische Leitungen.

Die nach dem Prinzip des WHEATSTONEschen Vierecks eingerichtete Messbrücke findet bei solchen Widerstandsmessungen Verwendung, die eine grössere Genauigkeit erfordern, als mit dem Differential-Galvanometer erreichbar ist. Zu der Messbrücke gehören ein Galvanometer mit astatischer Nadel, zwei Stöpselrheostaten, eine Taste und ein Umschalter, sämtlich auf einer Grundplatte stehend, die auf dem Boden eines verschliessbaren Kastens festgeschraubt ist.

Das Galvanometer ruht mit drei Stellschrauben in der kreisförmigen Rinne eines Messingringes und wird durch eine Schraube nebst Spiralfeder an einer auf das Grundbrett geschraubten Messingplatte festgehalten. Die Fussplatte des Galvanometers, an welcher die Muttern der Stellschrauben sitzen, trägt zwei längliche Messingspulen mit zusammen 5000 Drahtwindungen von 1400 Ohm Widerstand. Über den nebeneinander gelagerten Spulen befindet sich eine Pappscheibe mit Gradteilung und einem Schlitze parallel zu den Windungen. Auf der Fussplatte erheben sich ferner zwei Messingsäulen. An einem sie verbindenden Querbalken ist mittelst Kokonfadens ein astatisches Nadelpaar so aufgehängt, dass die untere Nadel in dem Hohlraume der Spulen, die obere dagegen über der Pappscheibe schwingt. Die obere Nadel vertritt zugleich den Zeiger. Zur Einstellung auf den Nullpunkt dient ein Richtmagnet, der oberhalb des das Galvanometer umschliessenden Glascylinders um einen Stift drehbar angebracht ist. Mittelst einer Schraube kann dieser Stift und damit der an ihm befestigte Kokonfaden gehoben und gesenkt werden. Vor einem Transport ist das Magnetsystem soweit herunter zu lassen, bis die obere Nadel auf der Pappscheibe liegt.

Die beiden Stöpselrheostaten befinden sich in einem gemeinsamen Kasten; der eine enthält je zwei Widerstände von 10 und 100 Ohm für die Brückenarme, der andere die Widerstände 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500, zusammen 1000 Ohm.

Die auf einer kleinen Ebonitplatte sitzende Taste besteht aus einem federnden Messinghebel mit Druckknopf, sowie einem Messingbügel mit dem oberen und dem unteren Kontakte. In der Ruhelage schliesst die Taste das Galvanometer kurz, durch Tastendruck wird es eingeschaltet. Der Umschalter

hat fünf Schienen und dient als Stromwender, sowie zum Heranführen der Leitung und der Erdleitung.

Das Stromlaufschema der Messbrücke giebt Fig. 242. Vor der Messung wird das Galvanometer mittelst der Stellschrauben so eingestellt, dass die Nadeln nach beiden Seiten freischwingen können und die obere Nadel auf 0 zeigt. w bezeichnet die zu messende Leitung; ist diese eine Schleife, so wird die Rückleitung an Punkt *III* gelegt und die Erde abgenommen. Die Brückenarme a und b macht man gewöhnlich gleich gross. Der Rheostat wird so abgeglichen, dass die Nadel bei Tastendruck auf 0 bleibt; dann ist der Rheostatenwiderstand r gleich dem Leitungswiderstande w. Ist Aussenstrom vorhanden, so bildet die von diesem verursachte Ablenkung die Nulllage der Nadel. Übersteigt w den verfügbaren Rheostatenwiderstand, so macht man $a = 100$, $b = 10$; in diesem Falle ist $100\,r = 10\,w$, also $w = 10\,r$. Umgekehrt ist beim Messen kleiner Widerstände $a = 10$, $b = 100$ Ohm zu wählen, damit $w = {}^1/_{10}\,r$ wird.

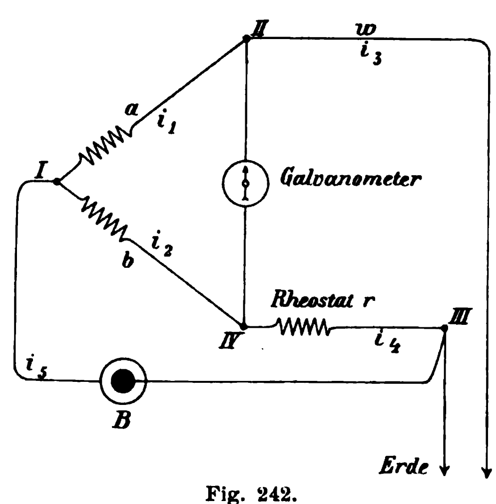


Fig. 242.

6. Die Wechselstrom-Messbrücke.

Diese sehr bequeme, tragbare Messbrücke dient zum Messen des Widerstandes von Erdleitungen und anderer Widerstände ohne Selbstinduktion, z. B. von Batteriewiderständen. Die Einrichtung der Messbrücke ist in Fig. 243 dargestellt. Der Stromlauf ist der in Fig. 242 angegebene, nur besteht die Stromquelle aus einem Induktionsapparat, und statt des Galvanometers wird ein Fernhörer benutzt.

Der dosenförmige Fernhörer enthält zwei zu einem Ringe zusammengelegte halbkreisförmige Magnete; die zusammenstossenden gleichnamigen Pole sind durch zwei nach der Ringmitte reichende Eisenstücke verbunden. Auf letztere sind je vier Eisenstifte genietet als Kerne für die beiden Drahtrollen, deren Widerstand 1 Ohm beträgt. Am Gehäuse des Fernhörers befinden sich zugleich die Brückenarme a und b, sowie der Widerstand r. Zur Aufnahme dieser Teile ist auf die Rückseite des Gehäuses ein Ebonitring aufgeschoben und auf diesen eine Ebonitscheibe geschraubt (in Fig. 243 unterhalb des Fernhörers angedeutet). Um den Rand der Ebonitscheibe ist ein 0,35 mm starker Manganindraht von etwa 1 Ohm Widerstand herumgelegt, auf dem ein den Punkt *I* des Brückenvierecks bildender Schleifkontakt v verschoben werden kann. Letzteres geschieht durch Drehen einer die Dose auf der Rückseite abschliessenden Scheibe mit ringförmigen Erhöhungen, welche auf die Achse *A* aufgesetzt ist und auf ihrer Innenseite die Kontaktfeder v trägt. Der zwischen die Punkte *III* und *IV* des Brückenvierecks geschaltete, bifilar gewickelte Widerstand r hat einen festen Wert

von etwa 6 Ohm. Der Manganindraht wird durch den Schleifkontakt in die beiden Widerstände a und b geteilt. Da bei Stromlosigkeit der Diagonale II/IV $a \cdot r = b \cdot w$ sein muss, so ist der zu messende Widerstand $w = \frac{a}{b} \cdot r$. Das Verhältnis $\frac{a}{b}$ ändert sich mit der Stellung des Schleifkontakts. Diese ist aus der Lage einer festen Marke zu der mit einer Teilung versehenen drehbaren Scheibe erkennbar, und zwar ist die Teilung so gewählt, dass nach erfolgter Abgleichung der der Marke gegenüberstehende Teilstrich unmittelbar das Produkt $\frac{a}{b} \cdot r$, also den gesuchten Widerstand w in Ohm angiebt.

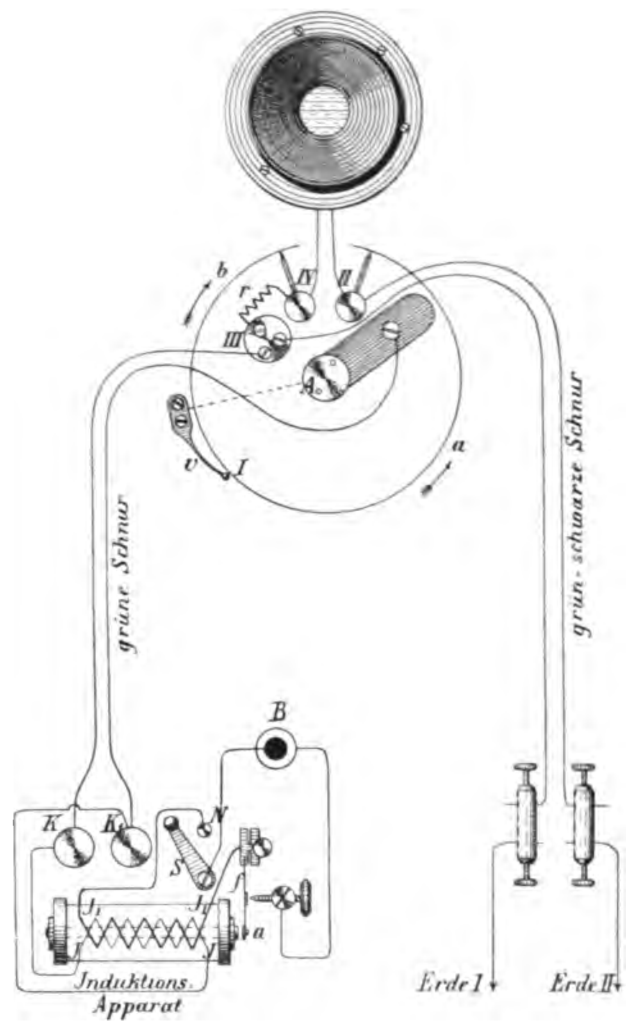


Fig. 243.

Der Induktionsapparat und ein diesen speisendes Trockenelement B sind in einem hölzernen Kasten untergebracht, der zugleich ein Fach zur Aufnahme des Fernhörers enthält. In dem Kasten trägt oberhalb des Elements eine Ebonitplatte die Induktionsrolle mit Eisenkern und doppelter Wicklung, zwei Klemmschrauben K und K_1 zur Verbindung der grünen Doppelschnur des Fernhörers mit der sekundären Wicklung JJ, einen Ausschalter S zum Schliessen und Öffnen des primären Stromes und den an der Blattfeder f sitzenden Anker a nebst Anschlagschraube. Jede Wicklung der Rolle hat 1400 Windungen 0,25 mm starken Kupferdrahts und 20 Ohm Widerstand. Wird der Ausschaltehebel auf N gestellt, so ist der Stromkreis des Elements über N, durch die primäre Wicklung J_1 J_1 hindurch, über den Anker und die Anschlagschraube geschlossen. Der Anker schwingt nun in gleicher Weise zwischen Anschlag und Eisenkern hin und her, wie der Anker eines auf Selbstunterbrechung geschalteten Weckers, sodass der Strom in rascher Folge abwechselnd geschlossen und geöffnet wird. Infolge dessen werden in der sekundären Wicklung durch Induktion Wechselströme erzeugt, die im Fernhörer einen summenden Ton hervorrufen. — Die grünschwarze Doppelschnur des Fernhörers dient zum Anschlusse des zu messenden Widerstandes.

Die Ausführung der Messungen mit der Wechselstrom-Messbrücke geschieht wie folgt: Will man den Widerstand einer Erdleitung ermitteln, so muss mindestens noch eine zweite davon getrennte Erdleitung zur Verfügung stehen. Nötigenfalls ist zunächst eine Hülfserde durch Versenken eines Drahtringes in das Grundwasser herzustellen. Beide Erdleitungen werden mit den Klemmen der grünschwarzen Schnur verbunden. Nach Stromschluss sucht man durch Drehen der Scheibe am Fernhörer den summenden Ton so weit als möglich abzuschwächen; sobald der Ton verstummt oder am schwächsten erscheint, hat die Scheibe die richtige Stellung. Die abgelesene Zahl giebt die Summe der beiden Erdleitungswiderstände an. Erreicht diese die zulässige obere Widerstandsgrenze für eine Erdleitung nicht — nämlich 14 Ohm für eine bis in das Grundwasser geführte Erdleitung, 28 Ohm für eine andere — so sind beide Erdleitungen brauchbar. Ist der gefundene Wert aber höher, so müssen zwei weitere Messungen unter Hinzunahme einer dritten Erdleitung ausgeführt werden. Bezeichnet man die gesuchten Widerstandswerte der drei Erdleitungen mit m_1 m_2 m_3 und die bei den drei Messungen abgelesenen Werte mit w_1 w_2 w_3, so ist:

$$m_1 + m_2 = w_1$$
$$m_2 + m_3 = w_2$$
$$m_1 + m_3 = w_3,$$

daraus ergiebt sich:

$$m_1 = {}^1/_2\ (w_1 + w_3 - w_2)$$
$$m_2 = {}^1/_2\ (w_1 + w_2 - w_3)$$
$$m_3 = {}^1/_2\ (w_2 + w_3 - w_1).$$

Die Wechselstrom-Messbrücke eignet sich ferner besonders zur Ermittelung des Widerstandes galvanischer Elemente, weil die Wechselströme hierbei ebensowenig wie bei Erdleitungen eine Polarisation aufkommen lassen. Zur Messung schaltet man zwei gleiche Elemente gegeneinander, indem man ihre Kupferpole miteinander und ihre Zinkpole mit der grünschwarzen Doppelschnur verbindet. Die elektromotorischen Kräfte beider Elemente wirken dann in entgegengesetzter Richtung und heben einander auf, sodass kein Strom zu stande kommt. Man findet auch hier die Summe der Widerstände beider Elemente und kann mit Hülfe eines dritten Elements aus drei Messungen die Einzelwiderstände bestimmen. Unter normalen Verhältnissen genügt es, die Batterie nur in Gruppen von je zwei Elementen zu messen; hat man n solcher Gruppen und beträgt die Summe aller gefundenen Widerstände N, so ist der durchschnittliche Widerstand eines Elements $= \frac{N}{2n}$ Ohm.

Zum Messen von Widerständen mit merklicher Selbstinduktion, insbesondere von Elektromagnetrollen, ist die Brücke nicht benutzbar. Überhaupt ist beim Messen darauf zu achten, dass die Zuführungsdrähte gut isoliert, gerade gestreckt und ohne Schleifen oder Spiralen sind.

7. Die Sinusbussole.

Sie ist ähnlich gebaut wie das Differential-Galvanometer mit Baumschraube und kann auch als Differential-Galvanometer benutzt werden. Der auf drei Stellschrauben ruhende Untersatz der Messingkapsel hat am Rande einen mit Gradeinteilung versehenen Kreisring. Darin lässt sich die Kapsel,

an der eine Marke angebracht ist, mit Hülfe eines Messingarms drehen. Beim Drehen ist eine mässige Reibung zu überwinden, da in den konischen Zapfen der Kapsel, der in den Untersatz eingesetzt ist, von unten her eine Schraube mit federnder Unterlagscheibe eingeschraubt ist. Zu beiden Seiten des auf 0 stehenden Zeigers ragen durch Löcher des Gradbogens zwei kleine Begrenzungsstifte, die sich auch mittelst einer Schraube senken lassen, sodass der Zeiger über sie hinweg streichen kann. Jeder der beiden Umwindungsdrähte hat 140 Ohm Widerstand und ist in 700 Windungen aufgespult. Beigegeben ist dem Instrument ein Zweigwiderstand von $^1/_4$ und $^1/_9$ des Widerstandes eines Umwindungsdrahts.

Die Sinusbussole dient zum Messen von Stromstärken. Es ist die Stärke eines auf die Nadel einwirkenden Stromes $i = k \cdot \sin \alpha$ Ampere, wenn k der konstante Faktor des Instruments und α der Winkel ist, um den die Kapsel gedreht werden musste, um den Zeiger wieder auf 0 zu bringen. Je nach der Stromstärke wird nur ein Umwindungsdraht benutzt oder beide werden hintereinander geschaltet.

Auch zum Messen von Batteriewiderständen kann die Sinusbussole, in ähnlicher Weise wie das Differential-Galvanometer, benutzt werden: man ermittelt den der Stromstärke entsprechenden Drehungswinkel und bringt darauf den Strom durch Einschalten von Widerständen auf die halbe Stärke, welcher der zum halben Sinus des ersten Winkels gehörige Winkel entspricht.

8. Die Sinus-Tangentenbussole.

In einem wagerecht gelagerten, mit Gradteilung versehenen Messingring ist eine Messingscheibe drehbar eingesetzt, die im Mittelpunkt einen senkrechten, spitzen Stahlstift trägt. Auf diesen kann entweder die kurze Tangentennadel oder die längere Sinusnadel aufgesteckt werden, die beide mit rechtwinkelig angebrachten Zeigern verbunden sind. Die Zeigerspitzen schwingen über der Gradteilung eines engeren, auf die Scheibe gezeichneten Kreises. Letzterer und die Nadel werden von einer Messingkapsel mit Glasdeckel eingeschlossen. Mit der drehbaren Scheibe ist ein senkrecht stehender, kreisförmiger Messingring fest verbunden, dessen Mittelpunkt mit dem Drehpunkte der Nadel zusammenfällt. Auf den Ring sind zwei Wicklungen aufgespult, nämlich ein Draht von $1^1/_4$ mm in 15 Windungen mit 0,15 Ohm Widerstand und ein zweiter Draht von 0,3 mm in 1100 bis 1200 Windungen mit 150 Ohm Widerstand. Jener ist für Messungen nach dem Tangentengesetze, dieser für Messungen nach dem Sinusgesetze bestimmt. Bei Messungen erstgenannter Art müssen die Zuführungsdrähte umeinander gedreht in westöstlicher Richtung zum Instrumente herangebracht und in einer Locke mit wagerechten Windungen zu den Klemmen emporgeführt werden.

Mit der Sinus-Tangentenbussole kann man die Stärke eines Stromes sowohl nach dem Sinusgesetz als nach dem Tangentengesetze messen. Im ersten Falle sind beide Nadeln anwendbar; die längere Nadel giebt bei gleicher Stromstärke eine etwas grössere Ablenkung. Bei Messungen nach dem Tangentengesetze werden die kurze Nadel und der dicke Umwindungsdraht benutzt; ein Strom, der die Nadel um den Winkel α ablenkt, hat die Stärke $i = k \cdot \tang \alpha$ Ampere, wo k der konstante Faktor des Instruments ist.

Zum Messen von Batteriewiderständen dient immer der starke Wicklungsdraht, dessen Widerstand vernachlässigt werden kann. Man verfährt entweder gerade so wie bei der Sinusbussole, oder man benutzt das Tangentengesetz, wobei sich die Messung zwar etwas weniger genau, aber schneller ausführen lässt: man hat nur den Ablenkungswinkel abzulesen und darauf den Strom durch Einschalten von Widerstand auf die halbe Stärke zu bringen, welcher der zur halben Tangente des ersten Winkels gehörige Ablenkungswinkel entspricht.

9. Spannungsmesser.

Der in der Reichstelegraphie gebräuchliche aperiodische Präzisions-Spannungsmesser (von HARTMANN & BRAUN, Frankfurt a. M.) besitzt in seinem starken magnetischen Felde eine drehbare Drahtspule von 750 Ohm Widerstand, deren Ablenkung sich auf einen Zeiger überträgt. Der Zeiger bewegt sich an der Aussenseite des cylindrischen Gehäuses über einer Teilung; der Teilstrich, auf dem er steht, giebt unmittelbar den zwischen den Klemmen des Instruments vorhandenen Spannungsunterschied in Volt an. Dieser Spannungsmesser hat einen Messbereich von 3 Volt. Er dient zur Prüfung einzelner Elemente, insbesondere der zum Mikrophonbetriebe verwendeten. Man hat dabei lediglich die Pole des Elements mit den Klemmschrauben s und s_1 des Instruments (Fig. 244) zu verbinden und die Zeigerstellung abzulesen. Der ermittelte Wert stellt die EMK des Elements dar; denn wegen des grossen äusseren Widerstandes von 750 Ohm ist die gemessene Klemmenspannung nicht merklich geringer als die des offenen Elements oder die EMK. Der Unterschied beträgt bei einem Kupferelemente nur $\frac{1}{755} \cdot 5 = 0{,}0065$ Volt, bei einem GASSNERschen Trockenelement etwa 0,0004 Volt und bei Sammlerzellen noch weniger.

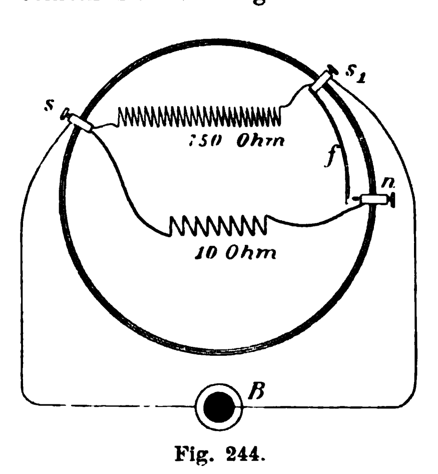


Fig. 244.

Um weiter die Feststellung der wirklichen Betriebs-Klemmenspannung eines Mikrophonelements zu ermöglichen, enthält das Instrument noch einen Drahtwiderstand von 10 Ohm, welcher durch Hineindrehen der Schraube n (bis auf die Feder f) der beweglichen Drahtspule parallel geschaltet werden kann. Geschieht dies, so liefert das Element einen Strom von der im Mikrophonbetriebe verwendeten Stärke, da der kombinierte Widerstand von 750 und 10 Ohm (= 9,87 Ohm) ungefähr dem Widerstand eines Mikrophonstromkreises entspricht. Der Zeiger giebt daher nun diejenige Klemmenspannung an, mit der das Element im Betrieb arbeitet.

Die Ausführung der Messungen erfolgt in der Weise, dass man zuerst die EMK und dann nach dem Niederdrehen der Schraube n die Betriebs-Klemmenspannung abliest. Ein zum Mikrophonbetriebe geeignetes Trockenelement soll eine Betriebs-Klemmenspannung von mindestens 1,2 Volt auf-

weisen, die während eines mehrere Augenblicke dauernden Stromschlusses nicht unter diesen Wert sinkt. Elemente mit geringerer Spannung sind noch brauchbar, wenn die Betriebs-Klemmenspannung nach zwei Minuten dauerndem Stromschlusse nicht unter 1 Volt heruntergegangen ist. Ein Trockenelement für den Weck- und Kontrolbetrieb soll eine EMK von mindestens 1 Volt haben. Nasse Kohlenelemente für Mikrophonbetrieb müssen nach zwei Minuten langer Stromabgabe noch 0,8 Volt Betriebs-Klemmenspannung zeigen; sie genügen den Anforderungen des Weck- und Kontrolbetriebs bei einer EMK von mindestens 1 Volt. Eine Sammlerzelle muss neu geladen werden, wenn ihre Betriebs-Klemmenspannung schnell auf 1,85 Volt oder darunter sinkt.

Aus den gemessenen Werten für die EMK e und die Betriebs-Klemmenspannung k lässt sich der innere Widerstand b des Elements leicht berechnen. Es verhält sich nämlich $k : e = r : r + b$; also ist $b = \frac{(e-k)\,r}{k}$. Hat man z. B. $e = 1{,}2$ und $k = 1{,}13$ abgelesen, so ergiebt sich, wenn für r der runde Wert 10 gesetzt wird, $b = \frac{0{,}07 \cdot 10}{1{,}13} = 0{,}62$ Ohm. Die in die Formel einzusetzenden Werte für e und k müssen unmittelbar nacheinander abgelesen werden. Der berechnete Wert b ist im allgemeinen etwas höher als der mittelst der Wechselstrom-Messbrücke erhaltene, weil sich das Element bei Benutzung des Spannungsmessers zwischen den beiden Beobachtungen polarisiert und der Unterschied deshalb grösser erscheint, als er in Wirklichkeit ist.

Der für k abgelesene Wert giebt zugleich die in dem Widerstande von 10 Ohm vorhandene Stromstärke an, und zwar ist $i = \frac{k}{r} = {}^1/_{10}\,k$; jedem Volt Spannung entspricht also ${}^1/_{10}$ Ampere = 100 Milliampere Stromstärke. Der gleichzeitig durch die bewegliche Spule gehende und deren Ablenkung verursachende Zweigstrom hat nur ${}^1/_{75}$ von der Stärke des Stromes im Nebenschluss oder ${}^1/_{76}$ von der Gesamtstromstärke.

Bei Messung der EMK geht der gesamte Strom durch die bewegliche Spule; er ist dann aber wegen des grösseren Widerstandes nur wenig stärker als der Zweigstrom bei eingeschaltetem Nebenschlusse.

10. Das Universalmessinstrument für den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb.

Dieses nach den Angaben des Telegraphen-Versuchsamtes des Reichs-Postamts neuerdings von Siemens & Halske in Berlin gebaute Instrument ist ein Drehspulengalvanometer mit rasch wirkender Dämpfung und deshalb namentlich für Messungen an Orten mit elektrischem Strassenbahnbetrieb geeignet, wo die Nadel des Differential-Galvanometers wegen ihrer schlechten Dämpfung zwischen den oft in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgenden störenden Stromstössen überhaupt nicht zur Ruhe kommen würde. Das in Fig. 245 abgebildete Instrument gestattet mit Hülfe der zugehörigen Umschalter und des beigegebenen Zusatzkastens die Ausführung von Widerstandsmessungen sowohl nach dem Prinzip der Wheatstoneschen Brücke als mittelst

einfacher Ablenkung und ausserdem von absoluten Strom- und Spannungsmessungen.

Das Instrument enthält in messingener Dose ein Drehspulengalvanometer nach Fig. 30, dessen Zeiger auf der in einem Ausschnitt des Deckels unter Glas sichtbaren Skala spielt. Die schwarze Teilung der Skala hat zu beiden Seiten des Nullpunkts je 120 Teilstriche; daneben liegt eine rote Teilung mit 30 Strichen auf jeder Seite für Strommessungen. Die Ausschläge des Zeigers sind den Stromstärken proportional. Das auf einer runden, mit Teilung versehenen Schieferplatte stehende Messinggehäuse des Galvanometers ist mittelst eines Messingfusses auf dem hölzernen Grundbrette befestigt. Um den Rand der Schieferplatte ist der Messdraht herumgelegt; ein um den Galvanometerfuss drehbarer Arm mit Rollkontakt berührt den Draht und

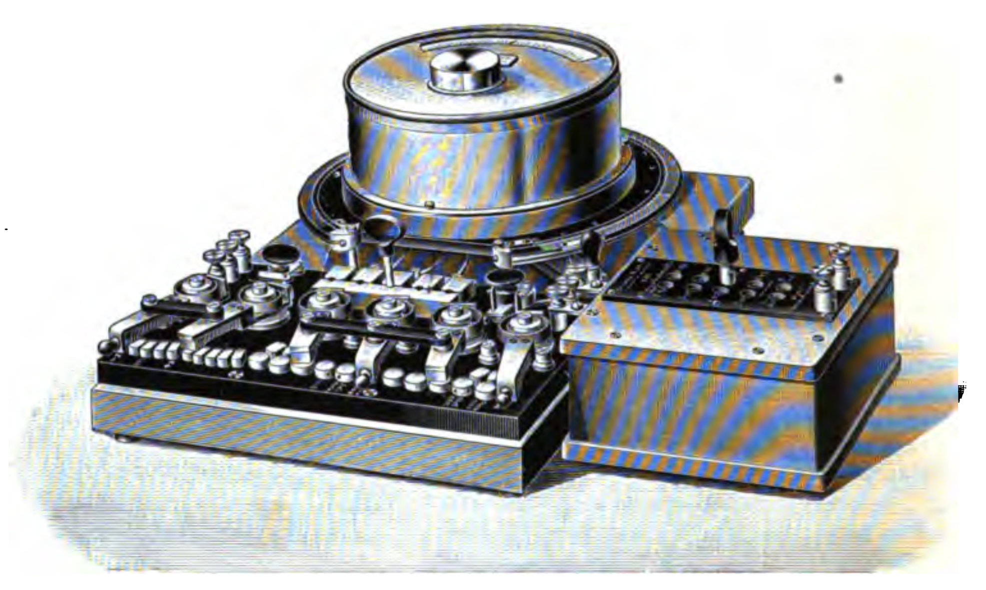


Fig. 245.

lässt sich auf ihm verschieben. Seine Stellung kann mittelst einer Marke auf der Teilung abgelesen werden. Durch den Rollkontakt wird der Messdraht in die Brückenarme *a* und *b* (Fig. 246) zerlegt. Die dritte Seite des Brückenvierecks bildet ein fester Vergleichswiderstand, bestehend aus fünf verschiedenen Widerständen von 3, 30, 300, 3000 und 30 000 Ohm, die aber mit den beigesetzten Zahlen 1, 10, 100, 1000 und 10 000 bezeichnet sind; durch Einsetzen des Stöpsels kann ein beliebiger dieser Widerstände eingeschaltet werden. Die Widerstände sind in dem hölzernen Grundbrett unterhalb der vor dem Galvanometer liegenden Hartgummiplatte angeordnet.

Zur Herstellung der verschiedenen Messschaltungen dienen sechs auf der Hartgummiplatte montierte Kurbelumschalter; für die Zuleitungen sind auf dieser Platte sechs Klemmen angebracht: links *K, Z, E* für die Messbatterie von 10 Kupferelementen und die Erde, rechts L_1, L_2, *V* für die zu messenden Leitungen und Stromquellen. Von den sechs Kurbelumschaltern sind die [zwei]n ersten links zu einem Batterieumschalter (*BU*) gekuppelt, ebenso die [drei] folgenden zu einem Messumschalter (*MU*); der letzte Kurbelumschalter

rechts lässt sich als Leitungsumschalter (*L U*) bezeichnen. Jeder dieser drei Umschalter *B U*, *M U* und *L U* kann drei verschiedene Stellungen einnehmen.

Die Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen des Messinstruments sind in Fig. 246 schematisch dargestellt. Man hat sich die durch kleine Kreise bezeichneten Kontaktstücke des Brückenschemas mit den gleichbezifferten Kontakten der Umschalter fest verbunden zu denken. Die Messbatterie ist mit den Kontakten 6 und 10 der Batteriediagonale nicht fest verbunden, sondern kann durch den Batterieumschalter bald in der einen, bald in der anderen Richtung zwischen diese Kontakte gelegt oder auch

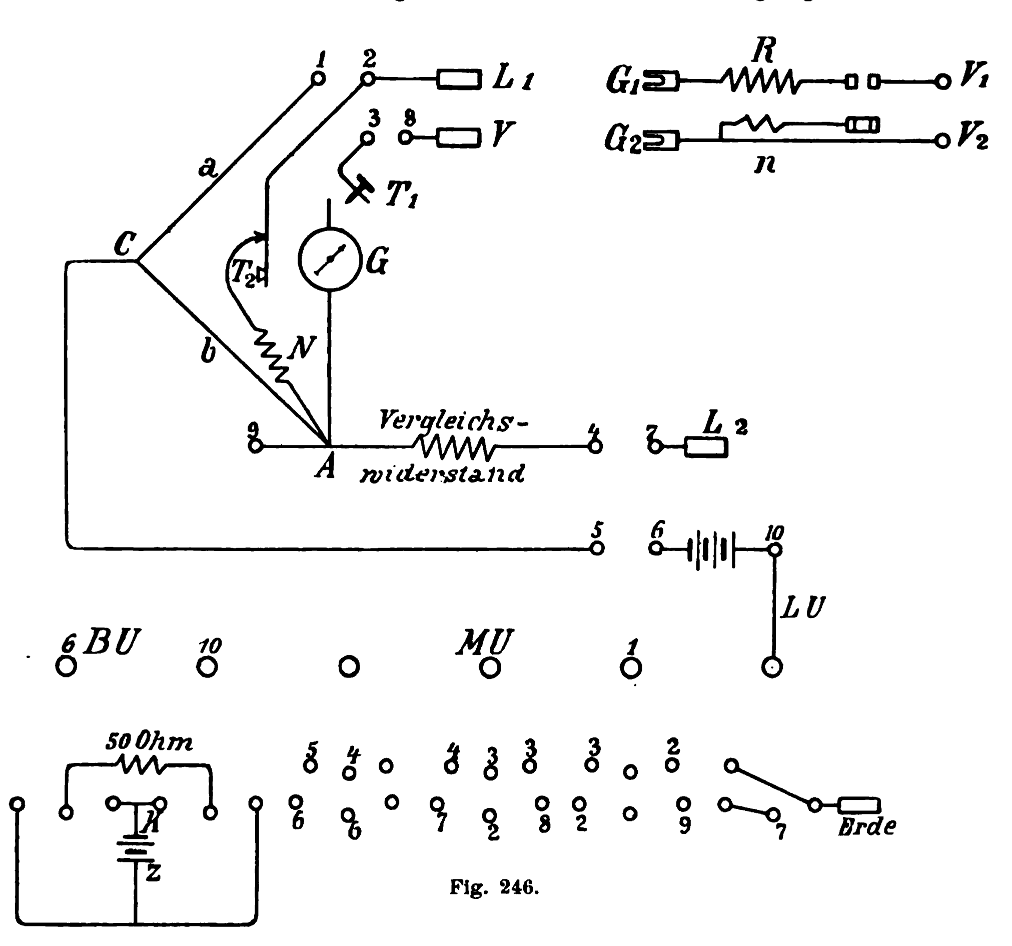


Fig. 246.

ganz ausgeschaltet und durch den Drahtwiderstand von 50 Ohm, welcher ihrem inneren Widerstand ungefähr entspricht, ersetzt werden. Die drei Stellungen von *B U* bedeuten

links: Zinkpol an Punkt 6,
rechts: Kupferpol an Punkt 6,
Mitte: Drahtwiderstand von 50 Ohm zwischen 6 und 10.

Für den Umschalter *M U* bedeutet die Kurbelstellung

links: Brückenmessung, nämlich Kontakt 5 mit 6, 4 mit 7, 1 mit 3 und 2 verbunden;

Mitte: Widerstandsmessung durch einfache Ablenkung (Isolationsmessung), nämlich Kontakt 4 mit 6, 3 mit 2 verbunden;

rechts: absolute Strom- oder Spannungsmessung, nämlich Kontakt 3 mit 8, 1 mit 2 und 9 verbunden (das Galvanometer G ist dann unter Kurzschliessung des Messdrahts und des Nebenschlusses N zwischen die Klemmen L_1 und V geschaltet).

Der Umschalter LU verbindet bei Stellung

links: Kontakt 10 und 7 (d. h. Batterie und Klemme L_2) mit Erde, zum Messen von Einzelleitungen;

Mitte: Kontakt 10 mit 7, zu Schleifenmessungen;

rechts: Kontakt 10 allein mit Erde, zu Erdfehlerschleifenmessungen.

Aus Fig. 246 ist auch der Zweck der beiden auf der Ebonitplatte befindlichen Tasten erkennbar. Durch Drücken der rechten Taste T_1 wird das Galvanometer eingeschaltet; sie kann durch Umlegen des Tastenknopfes dauernd geschlossen werden. Die linke Taste T_2 schaltet, wenn sie niedergedrückt wird, den Nebenschluss N aus. Dieser Nebenschluss schützt das Galvanometer beim Abgleichen vor zu starken Strömen, indem er $^9/_{10}$ des Stromes aufnimmt; durch Ausschalten des Nebenschlusses wird die Empfindlichkeit des Galvanometers verzehnfacht.

Messung von Leitungswiderständen.

Messung von Leitungswiderständen nach der Brückenmethode. — Eine zu messende Einzelleitung wird mit der Klemme L_1 verbunden. BU steht links oder rechts, MU links, LU links. Die vierte Seite des Brückenvierecks bildet der zu messende Widerstand w, bestehend aus dem der Leitung, der fernen Erde und der Messerde. Bezeichnen r die Zahl an dem gestöpselten Vergleichswiderstand, a und b die Widerstände der Brückenarme bei Stromlosigkeit der Galvanometerdiagonale, so ist

$$\frac{a}{b} = \frac{w}{3r}, \text{ also } w = 3 \cdot \frac{a}{b} \cdot r.$$

Die Kreisteilung auf der Schieferplatte ist so gewählt, dass man an der Marke des Rollkontakts unmittelbar den Wert $3\,\frac{a}{b}$ in Ohm abliest. Am Anfang der Teilung links steht die Zahl 1, im Scheitelpunkte, wo $a = b$ ist, 3 und rechts am Ende 10. Die abgelesene Zahl hat man mit r, einer Potenz von 10, zu multiplizieren. Längs der Teilung liegt nur der mittlere Teil des Messdrahts, seine Endfortsätze befinden sich unter der Ebonitplatte; diese Einrichtung bezweckt eine grössere Genauigkeit. Das Instrument hat einen Messbereich von 1 bis 100000 Ohm; für jeden Wert zwischen diesen Grenzen giebt es nur ein r und nur eine Einstellung am Messdrahte.

Die Messung wird in der Weise ausgeführt, dass man den passenden Vergleichswiderstand stöpselt (und zwar 1, wenn der zu messende Widerstand zwischen 1 und 10 Ohm liegt, 10, wenn er zwischen 10 und 100 Ohm liegt u. s. w.) und bei gedrückter Taste T_1 den Rollkontakt so lange verschiebt, bis der abgelenkte Zeiger wieder auf 0 steht. Ist dies annähernd erreicht, so legt man die Taste T_1 fest, öffnet durch Drücken von T_2 den Nebenschluss und bewirkt nun bei höherer Empfindlichkeit die genaue Einstellung.

Hat die Leitung Aussenstrom, so dient als Nullpunkt die von jenem hervorgebrachte Zeigerablenkung. Um sie zu finden, wird BU in die Mittellage gedreht und dadurch an Stelle der Messbatterie der Widerstand von 50 Ohm eingeschaltet. Der Rollkontakt ist dann richtig eingestellt, wenn die dauernde Ablenkung sich beim Übergang von BU aus einer End- in die

Mittellage nicht ändert. Ergeben die Messungen mit beiden Batteriepolen verschiedene Werte, so ist aus beiden das Mittel zu nehmen.

Beim Messen einer Doppelleitung legt man den zweiten Draht an die Klemme L_2 und bringt LU in die Mittellage, wodurch Kontakt 7 mit 10 verbunden und die Erde abgeschaltet wird.

Das Instrument gestattet ferner, den Fehlerort einer durch Erd- oder Nebenschluss gestörten Leitung zu ermitteln, sofern eine zweite, gleichlaufende Leitung zur Verfügung steht. Man legt die gestörte Leitung an L_2, die zweite, normale Leitung an L_1, lässt beide jenseits der Fehlerstelle zur Schleife verbinden und ermittelt zunächst die Summe ihrer Leitungswiderstände $= 2L$. Dann wird LU nach rechts auf „Erdfehlerschleife" gedreht und der Widerstand von neuem abgeglichen; man misst mit beiden Polen, stellt auf „falsche Null" ein und nimmt das Mittel aus beiden Widerstandswerten, es sei $= p \cdot r$. Ist x der Widerstand von Klemme L_2 ab bis zur Fehlerstelle, so hat man

$$\frac{a}{b} = {}^1/_3\, p = \frac{2L - x}{3r + x}.$$

Daraus ergiebt sich

$$x = \frac{2L - pr}{1 + {}^1/_3\, p}.$$

Dividiert man den für x berechneten Wert durch den aus den regelmässigen Messungen bekannten Widerstandswert für 1 km, so erhält man die Entfernung des Fehlerorts in km.

Messung von Isolationswiderständen durch Zeigerablenkung.

Messung von Isolationswiderständen durch Zeigerablenkung. — Es stehen Umschalter BU links oder rechts, MU Mitte, LU links; im Vergleichswiderstand steckt der Stöpsel bei 1, die am fernen Ende isolierte Leitung liegt an L_1. Der Batteriestrom fliesst von Kontakt 6 nach 4, durch die kleinste Abteilung (3 Ohm) des Vergleichswiderstandes und den Nebenschluss N in die Leitung und geht über die Stützen zur Erde. Drückt man die Taste T_1 nieder, so zeigt das Galvanometer eine der Stärke des Isolationsstroms entsprechende Ablenkung. Bleibt diese unter 12 Grad, so kann man zwecks genauerer Ablesung die Taste T_2 ebenfalls niederdrücken und erhält dann einen zehnmal so grossen Ausschlag a.

Um aus der Ablenkung a den Isolationswiderstand in Ohm zu bestimmen, legt man die mit der Klemme L_1 verbundene Schiene des Linienumschalters an Erde und setzt den Stöpsel des Vergleichswiderstandes bei 10 000 ein. Zeigt hierauf beim Niederdrücken beider Tasten das Galvanometer die Ablenkung A, so beträgt der Isolationswiderstand der Leitung

$$30\,000 \cdot \frac{A}{a} \text{ Ohm.}$$

In gleicher Weise lässt sich der Isolationswiderstand zwischen zwei benachbarten, am fernen Ende isolierten Leitungen bestimmen, indem man die zweite Leitung an die Klemme L_2 legt und den Umschalter LU in die Mittelstellung bringt.

Strom- und Spannungsmessungen.

Strom- und Spannungsmessungen. — Der Umschalter MU steht rechts, die anderen beiden beliebig. An die Klemmen L_1 und V, zwischen welche das Galvanometer geschaltet ist, wird der Zusatzkasten mittelst der Kontaktgabeln G_1 und G_2 angeschlossen, während die zu messende Stromquelle oder die beiden Leiterpunkte, deren Spannungsunterschied bestimmt

werden soll, mit den beiden Klemmen V_1 und V_2 des Zusatzkastens Verbindung erhalten. Der mit zehn Stöpsellöchern versehene Hartgummideckel des Zusatzkastens ist in Fig. 247 dargestellt; durch Einsetzen des Stöpsels in eins der Löcher wird der Stromweg im Kasten geschlossen, wie Fig. 246 zeigt. Zwei der Klinken dienen zu Strommessungen, die übrigen zu Spannungsmessungen. Die verschiedenen Stöpsellöcher unterscheiden sich dadurch, dass sie verschiedene Vorschaltwiderstände *R* und Nebenschliessungen *n* zum Galvanometer einschalten und dadurch dessen Empfindlichkeit ändern.

Bei Strommessungen wird, je nachdem die Stromstärke bis 30 Milliampere oder mehr beträgt, eine der beiden in roter Farbe mit „bis 0,03 Amp." und „bis 0,3 Amp." bezeichneten Klinken gestöpselt, die Taste T_1 gedrückt und die Ablenkung auf der roten Teilung abgelesen. Jeder Teilstrich bedeutet ein Milliamp., wenn der kleinere Messbereich benutzt wird, dagegen 10 Milliamp., wenn das Loch „bis 0,3 Amp." gestöpselt ist.

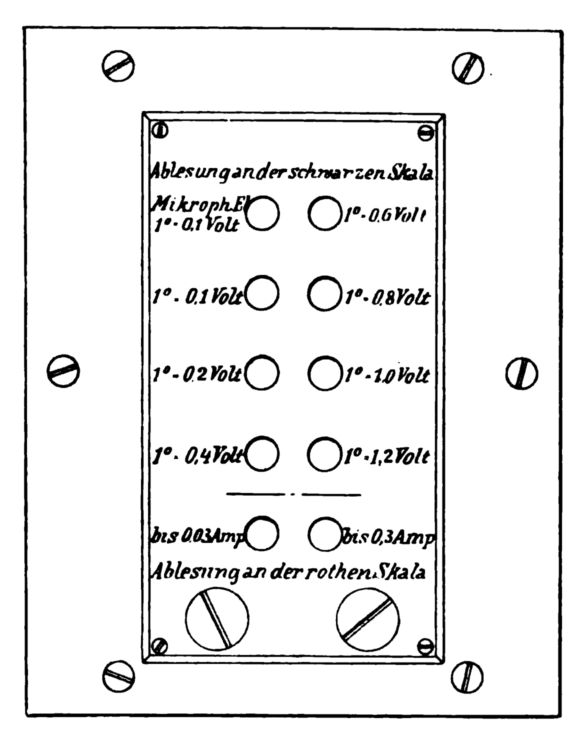


Fig. 247.

Die Einrichtung für Spannungsmessungen ist vorzugsweise zur Prüfung von Elementen und Batterien bestimmt und beruht auf dem nämlichen Prinzip wie die des unter 9. beschriebenen Präzisions-Spannungsmessers. Demgemäss wird die Klemmenspannung zweimal bestimmt, zuerst unter Vorschaltung eines hohen Widerstandes vor das Galvanometer, darauf unter Parallelschaltung eines kleinen Widerstandes, welcher der Batterie einen Strom von der im Betrieb üblichen Stärke entnimmt. Die erste Messung ergiebt annähernd die EKM, die zweite die Betriebs-Klemmenspannung; aus dem Unterschied beider Werte lässt sich der innere Widerstand berechnen. Die Klinken sind mit zwei übereinander liegenden Kontakteinrichtungen versehen; zur Messung der EMK wird der Stöpsel nur leicht eingesetzt und nur der obere Kontakt geschlossen, für die zweite Messung wird dagegen der Stöpsel bis zum Festsitzen durchgedrückt, sodass er auch den unteren Kontakt schliesst. Die Ablenkung des Galvanometerzeigers wird auf der schwarzen Teilung abgelesen; welcher Spannung in Volt je 1° Ablenkung entspricht, ist neben jeder Klinke angegeben.

Zur Prüfung von Mikrophonelementen dient die entsprechend bezeichnete erste Klinke; beim losen Einsetzen des Stöpsels in diese beträgt der äussere Widerstand 3000 Ohm, beim Durchdrücken werden dazu 10 Ohm parallel geschaltet, sodass der äussere Widerstand auf 9,97 oder rund 10 Ohm sinkt.

Die übrigen sieben Klinken sind zur Prüfung von Elementen oder Batterien für Telegraphen-, Weck- und Kontrolbetrieb bestimmt, und zwar hat man die zu messende Spannung durch 100 zu teilen und die dem Quotienten entsprechende bez. die nächst höhere Klinke zu wählen, z. B. für 80 Volt die mit „$1^0 = 0,8$ Volt" bezeichnete Klinke. Diese Klinken schalten, wenn der Stöpsel lose eingesetzt wird, für je 10 Volt 3000 Ohm Widerstand vor das Galvanometer, bei 80 Volt also 24000 Ohm. Der Nebenschluss, welcher beim Durchdrücken des Stöpsels eingeschaltet wird, beträgt 600 Ohm für je 10 Volt, wodurch der äussere Widerstand auf $\frac{3000 \cdot 600}{3600} = 500$ Ohm für je 10 Volt herabgedrückt wird; bei der zweiten Messung wird also der Batterie ein Strom von 20 Milliamp. entnommen, bei der ersten Messung ein Strom von 3,3 Milliamp.

Zu anderen Spannungsmessungen benutzt man zweckmässig eine der beiden Klinken „$1^0 = 0,1$ Volt" oder „$1^0 = 1,0$ Volt", da die Ablenkung alsdann direkt die Voltzahl angiebt.

II. Die Kabelmesseinrichtung.

a) Apparate und Messschaltungen.

Zu den regelmässigen Messungen an den grossen unterirdischen Telegraphenleitungen und zu Fehlerortsbestimmungen in diesen Leitungen gebraucht man folgende Apparate: ein astatisches Spiegelgalvanometer nach THOMSON oder ein empfindliches Drehspulengalvanometer mit Spiegelablesung, einen Zweigwiderstand, eine Lampe mit Skala, eine Messbrücke mit Kurbelrheostat, einen künstlichen Widerstand zu 100000 Ohm, einen Glimmerkondensator, eine Entladungstaste und sechs Umschalter besonderer Form.

Wie diese Apparate untereinander verbunden werden, zeigt Fig. 250a. Spiegelgalvanometer und Lampe stehen je auf einer hölzernen Konsole, die beide etwa $1^1/_4$ m über dem Fussboden und in mindestens $1^1/_2$ m Abstand voneinander an einer Hauptwand des Gebäudes befestigt sind. Zwischen beiden Konsolen stehen auf einem Tische die übrigen Apparate.

Spiegelgalvanometer nach Thomson.

Das Spiegelgalvanometer nach THOMSON besteht aus vier kreisförmigen, flachen Drahtspulen mit zusammen etwa 25000 Umwindungen und 5200 Ohm Widerstand. Die Spulen sind in einem Messingrahmen, der an seiner Vorder- und Rückseite durch je eine Messingthür geschlossen ist, an der Innenseite dieser Thüren angebracht, und zwar an jeder zwei übereinander, sodass bei geschlossenen Thüren die oberen Spulen und die unteren je mit $2^1/_2$ mm Abstand nebeneinander liegen. In dem Zwischenraume hängt an einem Kokonfaden das Magnetsystem: zwei an einer Aluminiumstange sitzende kreisförmige Glimmerblättchen von 1 cm Durchmesser mit je fünf darauf geklebten Magnetstäbchen. Auf der oberen Magnetgruppe sitzt ein leichtes Glasspiegelchen, die untere trägt senkrecht zu ihrer Ebene ein rautenförmiges Glimmerblatt, das mit seinen Enden in die Hohlräume des unteren Spulenpaares hineinragt und die Drehung begrenzt, sowie wegen des von ihm bei jeder Drehung zu überwindenden grösseren Luftwiderstandes als Dämpfer wirkt. Beide Magnetgruppen sind in den Hohlräumen der Spulen durch entsprechend angebrachte Thüröffnungen hindurch sichtbar. Die Magnet-

chen der oberen Gruppe sind entgegengesetzt gerichtet wie die der unteren, infolgedessen ist das Magnetsystem astatisch. Damit der Strom in gleichem Sinne drehend auf beide Gruppen wirkt, muss er die oberen Spulen in umgekehrter Richtung wie die unteren durchlaufen. Der Kokonfaden reicht oben durch eine Öffnung des Rahmens hindurch und ist an einer auf dem Rahmen gelagerten, mittelst einer Scheibe drehbaren Welle festgeknotet; durch Drehen dieser Welle kann das Magnetsystem gehoben und gesenkt werden.

Der Messingrahmen ist auf einer starken Hartgummiplatte g festgeschraubt, die ihrerseits mit drei Schraubenfüssen auf der Konsole steht. Die Platte trägt ferner das über den Rahmen gestülpte Schutzgehäuse, eine Dosenlibelle und vier Verbindungsklemmen (1—4). Vor dem Gebrauche wird die Grundplatte des Galvanometers mit Hülfe der Libelle wagerecht eingestellt und darauf das Magnetsystem so weit gehoben oder gesenkt, dass der Spiegel genau in der Mitte der oberen Thüröffnung sichtbar ist. Vor einer Beförderung des Instruments muss man unter das Spiegelchen zwei Papierstreifen schieben und das Magnetsystem senken, damit es von diesen Streifen getragen wird.

Zu dem Gavanometer gehört ein Zweigwiderstand mit vier Widerstandsrollen von $^1/_9$, $^1/_{99}$, $^1/_{999}$ und $^1/_{9999}$ des Galvanometerwiderstandes. Durch Stöpselung kann einer dieser Widerstände dem Galvanometer parallel geschaltet werden. Wird Loch 5 gestöpselt, so ist das Galvanometer kurz geschlossen.

Zur genauen Einstellung des Magnetsystems in die Nulllage und zur Regelung der Empfindlichkeit des Galvanometers dient ein Richtmagnet, der entweder an einer senkrechten Stange oberhalb des Schutzgehäuses oder unterhalb der Konsole auf einer an dieser gelagerten senkrechten Welle drehbar, sowie in senkrechter Richtung verschiebbar angebracht ist. Eine Drehung des Richtmagnets wirkt drehend auf das Magnetsystem, durch Verschieben nach oben oder nach unten lässt sich der Grad der Astasie des Systems und damit die Grösse der Ablenkung bei einer bestimmten Stromstärke — die Empfindlichkeit — verändern.

Spiegelgalvanometer nach Deprez-d'Arsonval.

Das Spiegelgalvanometer nach Deprez-d'Arsonval (von Siemens & Halske A.-G. in Berlin) enthält in einem starken magnetischen Felde eine bewegliche Drahtspule und wird infolge dieser Anordnung nur in ganz geringem Maasse durch äussere magnetische Kräfte beeinflusst, weshalb es besonders an Orten mit elektrischem Strassenbahnbetriebe zur Anwendung kommt. Das in Fig. 248 abgebildete Instrument besteht in der Hauptsache aus dem Magnetsystem und einem die Drahtspule und den Eisenkern umschliessenden Messingrohre. Eine auf drei Stellschrauben ruhende Hartgummiplatte trägt das aus sechs Hufeisen gebildete Magnetsystem. An diesem ist auf einer Metallplatte eine Dosenlibelle befestigt, nach welcher das Instrument ausgerichtet wird. Die Enden der Magnete sind an zwei gemeinschaftliche, konzentrisch ausgebohrte Polschuhe angeschlossen. In dem cylindrischen Raume zwischen den Polschuhen befindet sich, wenn das Messingrohr eingesetzt ist, der von letzterem getragene cylindrische Eisenkern, welcher nur einen engen Drehraum für die Spule freilässt und den magnetischen Kreis fast vollständig schliesst. Die Spule wird durch einen viereckigen Rahmen aus elektrolytischem Kupfer gebildet, dessen untere Seite aufgeschnitten ist, und um den ein feiner, vollkommen eisenfreier Kupferdraht gewickelt ist.

Sie hängt an einem feinen, aus Phosphorbronzedraht gewalzten Bande, welches den Strom den Windungen zuführt; vom Ende der Windungen führt der Stromweg weiter durch eine Spiralfeder aus Silberdraht, die an der unteren Spulenseite und dem Boden der Röhre befestigt ist. Das Bronzeband trägt zugleich den in einer Öffnung der Röhre sichtbaren Planspiegel; durch Drehen des auf der Röhre sichtbaren Torsionskopfes lassen sich Spiegel und Spule einstellen.

Zur Änderung der Empfindlichkeit ist ein Nebenschluss zum Magnetsystem angebracht, bestehend aus einem Bügel aus weichem Eisen, welcher jenes seitlich umfasst und einen Teil der magnetischen Kraftlinien durch sich hindurch schliesst. Der Bügel ruht auf zwei Messingschienen und kann mittelst einer in einem Kugelgelenk geführten Verstellschraube mehr oder weniger weit über die Magnete geschoben werden. Je weiter er übergeschoben ist, um so mehr Kraftlinien nimmt er auf, um so schwächer wird also das die Spule umgebende magnetische Feld. Die Empfindlichkeit kann durch den Nebenschluss um 40 % herabgedrückt werden.



Fig. 248.

Vor einer Versendung des Instruments muss die Spule zur Entlastung des Bronzebandes festgelegt werden. Dies geschieht, indem man den aus der Röhre herausragenden Hemmstift emporschiebt und durch Unterschieben eines Riegels festlegt. Muss ein neues Aufhängeband eingezogen werden, so öffnet man durch Vierteldrehung die über dem Spiegel und unterhalb des Torsionskopfes sichtbaren, mit kordiertem Rande versehenen Kappen, wodurch die Befestigungsschräubchen für die Endarmaturen des Bandes zugänglich werden.

Die Schaltung des Galvanometers ergiebt sich aus Fig. 249. Von seinen drei Zuführungsklemmen sind *A* und *K* mit den Enden der Windungen verbunden, während zwischen *E* und dem oberen Windungsende ein Vorschaltwiderstand liegt. Durch Niederdrücken der Taste *T* werden die Drahtwindungen in sich geschlossen; man macht hiervon Gebrauch, um die Bewegung der Spule zu dämpfen: die bei jeder Drehung in den Windungen induzierten Ströme, welche die Bewegung der Spule hemmen, sind nämlich um so stärker, je geringer der Widerstand des Stromkreises ist. Bei Kurzschluss der Windungen werden sie so kräftig, dass sie die Spule sofort anhalten und sie, falls die Taste niedergedrückt bleibt, ganz langsam in die Ruhelage zurückkehren lassen.

Die Galvanometer der Kabelmesskarren, welche zur Fehlereingrenzung auf der Strecke bestimmt sind, haben in der Spule 150 Ohm und im Vorschaltwiderstand 400 Ohm. Bei den Kabelmessämtern kommen Galvanometer von hoher Empfindlichkeit zur Verwendung; ihre Spule ist ohne Kupferrahmen und hat 450 Ohm, die durch den Vorschaltwiderstand auf 10 000 Ohm

ergänzt werden. Ein Strom von $9 \cdot 10^{-10}$ Amp. lenkt den Lichtzeiger eines solchen Instruments bei 1 m Skalenabstand um 1 mm ab. Die elektrische Dämpfung wirkt so gut, dass sich der Lichtzeiger aperiodisch mit höchstens $1^1/_2$ Schwingung in 10—20 Sekunden einstellt.

Ayrtonscher Nebenschluss.

Dem Galvanometer ist ein Ayrtonscher Nebenschluss parallel geschaltet (Fig. 249), auf dessen Deckel sich ausserdem die Dämpfungstaste T und ein Stromwender befinden. Der Nebenschluss ist nach Art eines Kurbelrheostaten eingerichtet; er enthält zwischen den links liegenden sechs Kontaktstücken 100 000 Ohm Widerstand; die beigesetzten Zahlen geben an, welcher Widerstandswert zwischen dem betreffenden Kontaktstück und dem untersten Stücke 0 liegt. Steht die Kurbel auf 0, so führt der Stromweg von Klemme A über die Kurbel zu dem Kontaktbogen rechts und weiter nach Klemme B; das Galvanometer ist dann kurz geschlossen. Wird die Kurbel auf 100 000 gedreht, so führen von Klemme A und dem Stücke 0 zwei Wege zu dem Stück 100000: der eine durch den Widerstand, der andere durch das Galvanometer (Klemme G, A, E, G); über die Kurbel führt der Stromweg weiter nach Klemme B. In diesem Falle beträgt, wenn J der Gesamtstrom, r der Widerstand des Nebenschlusses und g der des Galvanometers ist, der durch das Galvanometer fliessende Zweigstrom $i = J \cdot \frac{r}{g + r}$. Wenn dagegen die Kurbel auf einem anderen Kontaktklotz steht, z. B. dem mit p bezeichneten, so schaltet sie den Widerstand p parallel und den Widerstand $r - p$ mit dem Galvanometer in Reihe. Der kombinierte Widerstand zwischen A und B ist dann $\frac{p(g + r - p)}{g + r}$, mithin der das Galvanometer durchfliessende Zweigstrom

$$i_1 = J \cdot \frac{p}{g + r} = \frac{p}{r}\, i.$$

Fig. 249.

Stellt man z. B. die Kurbel auf 100, so ist der Zweigstrom im Galvanometer $i_1 = \frac{100}{100\,000} = 0{,}001\, i$; man hat also i_1 mit 1000 zu vervielfältigen, um die Stromstärke zu finden, die bei Parallelschaltung des ganzen Neben-

schlusses im Galvanometer vorhanden sein würde. Demgemäss zeigt am rechten Kontaktbogen die Kurbel auf den Faktor 1000, wenn sie links auf 100 steht. Bei Verwendung des AYRTONschen Nebenschlusses ist demnach i der Normalstrom im Galvanometer, welchem bei gewöhnlichen Nebenschlüssen der Gesamtstrom entspricht.

Vor Beginn der Messung steht die Kurbel auf Null. Dreht man die Kurbel, um das Galvanometer in den Stromkreis zu bringen, so werden die Widerstandswerte stufenweise, mit dem kleinsten beginnend, nebengeschaltet, während der übrige Teil des Widerstandes dem Galvanometer vorgeschaltet ist und es gegen starke Ströme schützt. Durch Beobachtung des Lichtzeigers lassen sich dabei leicht zu weite Ausschläge verhindern.

Der AYRTONsche Nebenschluss hat den grossen Vorteil, dass er zu jedem Galvanometer passt, gleichgültig welchen Widerstand es hat. Auch liefert er bei den Ladungsmessungen richtigere Ergebnisse, weil der Widerstand des Kreises für den Extrastrom stets $g + r$ bleibt, während er sich bei Benutzung eines gewöhnlichen Nebenschlusses mit dessen Grösse ändert.

Lampe mit Skala.

Lampe mit Skala (Fig. 250a). — Das Ablesen auch der geringsten Drehung der Magnete oder der Drehspule ermöglicht die Lampe mit der Skala. Auf einem länglichen Grundbrette steht in einem mit zwei seitlichen Thüren ausgestatteten Blechgehäuse eine Petroleumlampe mit Flachbrenner. In der Vorderwand des Gehäuses befindet sich in Höhe der Flamme ein 2 mm breiter, 18 mm hoher Schlitz, in dessen Mitte senkrecht ein feiner Draht gespannt ist. Mittelst einer Knebelschraube ist ferner an der Vorderwand der Skalenträger festgeklemmt: eine geschlitzte Messingschiene, die oberhalb des Wandschlitzes wagerecht die Skala hält. Letztere, auf eine hölzerne Leiste geklebt, hat in der Mitte den Nullpunkt und zu beiden Seiten je 360 Teilstriche mit je $^5/_8$ mm Abstand. Die Skala kann auf ihrem Träger mittelst einer Schraube nach rechts oder links verschoben werden. Auf dem vorderen Teile des Grundbretts steht eine plankonvexe Sammellinse, die sich in ihrer Messingfassung auf- und abwärts schieben, ferner mit dem Fusse des Linsenständers in einem Längsschnitte des Grundbretts vor- und rückwärts ziehen lässt. — Das Licht der Lampe fällt durch den Schlitz und die Linse auf den Galvanometerspiegel und wird von diesem, der etwas höher steht als der Schlitz, auf die Skala zurückgeworfen. Wenn die Flamme dem Schlitze ihre Schmalseite zuwendet, so lässt sich durch entsprechende Einstellung der Linse leicht ein scharfes Bild von dem Schlitze und dem Drahte darin auf der Skala erzielen. Jede noch so kleine Drehung des beweglichen Galvanometerteils mit dem Spiegel verursacht eine Bewegung des „Lichtzeigers" auf der Skala; die Grösse der Ablenkung ist ein Maass für die Stärke des ablenkenden Stromes, und zwar ist die Stromstärke bei kleinen Ablenkungswinkeln unmittelbar den Ablenkungsstrecken des Lichtzeigers auf der Skala, welche den Tangenten der doppelten Ablenkungswinkel entsprechen, proportional.

Die Messbrücke.

Die Messbrücke. — Zur Messbrücke gehören ausser dem Zusatzrheostat ein Batteriewähler, ein Stromwender und eine Kurzschlusstaste. Messbrücke und Zusatzrheostat sind in Fig. 250b besonders dargestellt; sie sind beide als Kurbelrheostaten gebaut. Auf dem Hartgummideckel der Messbrücke befinden sich sechs Kontaktkreise: der eine dient als sogenannter Verzweigungswiderstand, die anderen fünf Kreise bilden den Vergleichswiderstand und enthalten je Tausende, Hunderte, Zehner, Einer und Zehntel

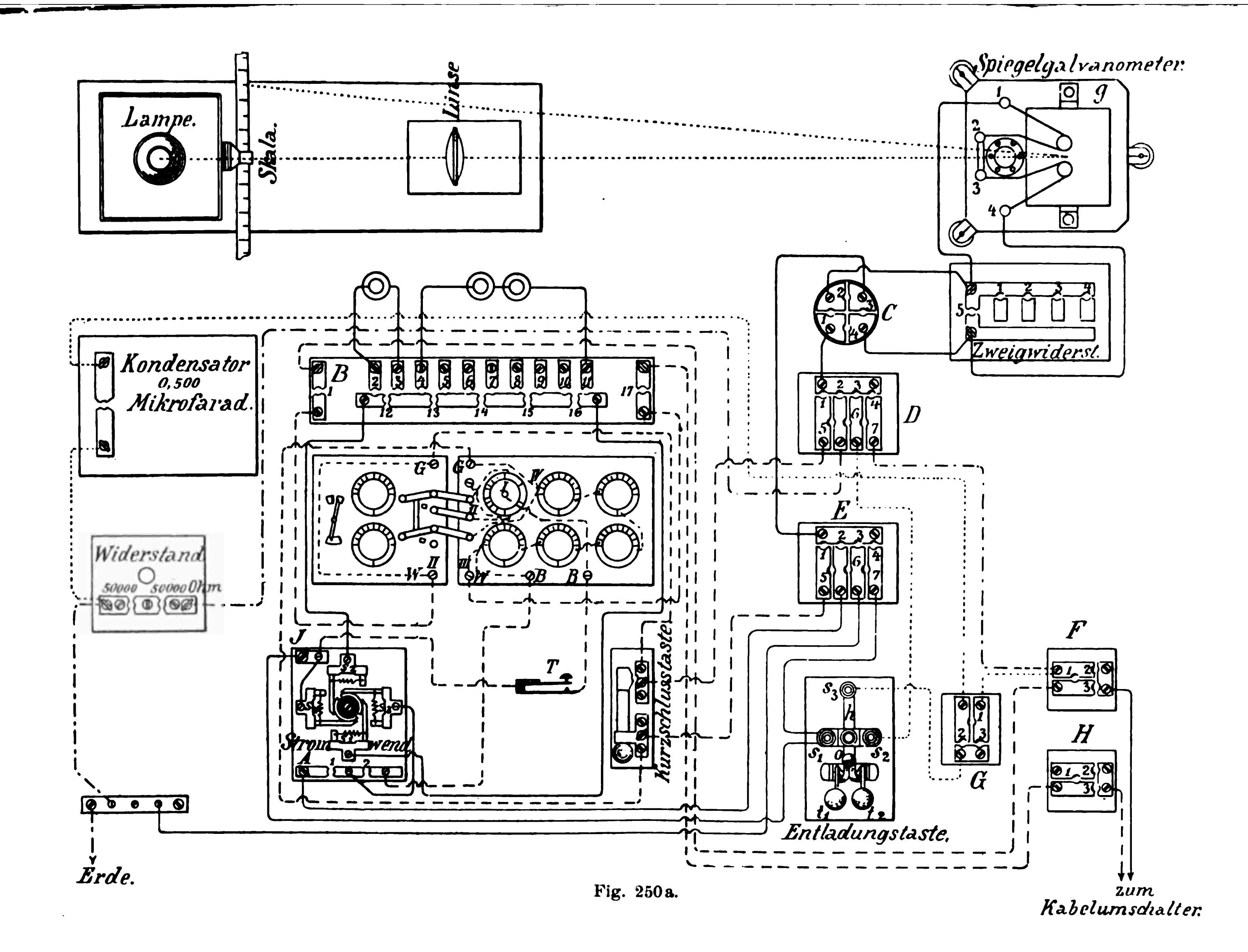

Lampe.
Skala.
Linse
Spiegelgalvanometer.
Kondensator
0,500
Mikrofarad.
Widerstand
50000 50000 Ohm
Zweigwiderst.
Stromwender
Kurzschlusstaste
Entladungstaste.
Erde.
zum
Kabelumschalter.

Fig. 250a.

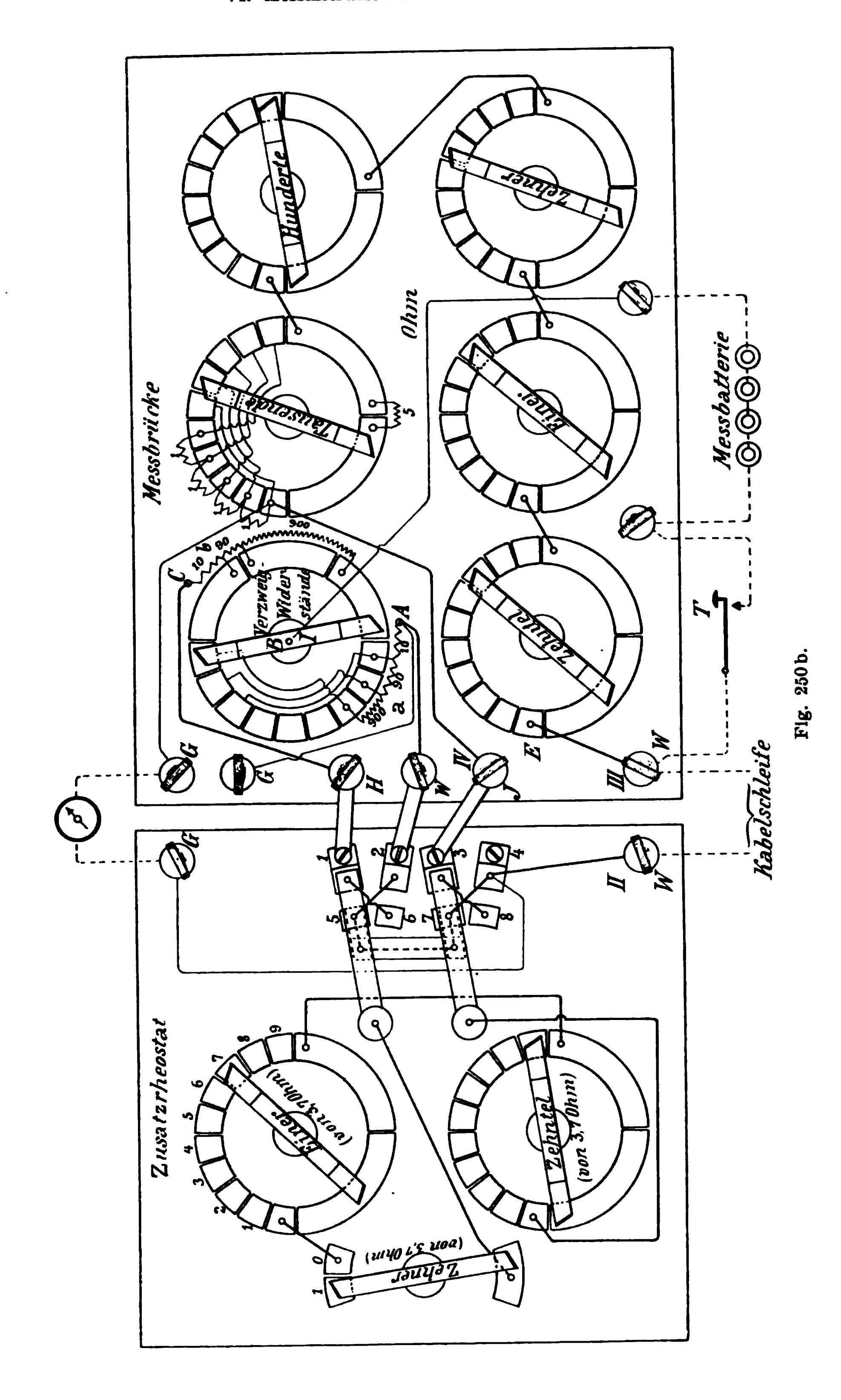


Fig. 250 b.

Ohm. Mit Hülfe der Kurbel des Verzweigungswiderstandes lässt sich jedem der Brückenarme *a* und *b* beliebig der Wert 10, 100 oder 1000 Ohm geben. Zweck und Einrichtung des Zusatzrheostaten wird weiter unten erörtert werden. Bei gewöhnlichen Brückenmessungen ist der Zusatzrheostat entbehrlich und nach Lösung der an den Klemmen *H*, *W*, *J* liegenden Verbindungsschienen abzunehmen; es ist dann Klemme *H* mit *J* durch eine gebogene Messingschiene zu verbinden und der zweite Kabeldraht an die mittlere Klemme *W*, der zweite Galvanometerdraht an die zweite Klemme *G* zu legen.

Der Batteriewähler *B* hat eine aus sechs Stücken bestehende Längsschiene und zehn kleine Querschienen. Durch Stöpselung in Loch 2 wird der Kupferpol der kleinen Messbatterie (von zehn Kupferelementen) an die Schiene s_2 des Stromwenders gelegt, ferner durch Einsetzen von Stöpseln in 3, 13, 14, 15, 16 der Zinkpol an die Schiene s_1. Zur Heranführung beider Pole der grossen Messbatterie (von 100 Elementen) sind zu stöpseln: Loch 2, 3, 4, 11. Die beiden Schienenpaare links und rechts vom Batteriewähler (mit Loch 1 und 17) dienen als Ausschalter, um die an den Umschaltern *F* und *H* liegende Kabelschleife nach Belieben mit der Messbrücke zu verbinden oder von dieser zu trennen.

Der Stromwender ist im wesentlichen ebenso eingerichtet wie der am Hughesapparate. Über die Schiene *J* hinweg liegt der eine Batteriepol an der Brückentaste *T*, der Entladungstaste und dem Umschalter *E*; über die dreiteilige Schiene *A* hinweg der andere Pol, wenn Loch 2 gestöpselt ist, an Punkt *III* des Brückenvierecks, wenn dagegen Loch 1 gestöpselt ist, am Umschalter *E*.

Die Kurzschlusstaste schaltet, wenn der Stöpsel steckt, das Galvanometer aus, das über die Umschalter *C*, *D*, *E* hinweg mit ihr in Verbindung steht. Durch Niederdrücken der Taste wird das Galvanometer eingeschaltet.

Der künstliche Widerstand von 100000 Ohm besteht aus zwei Rollen, die durch Herausziehen der Stöpsel eingeschaltet werden. Er dient als Vergleichswiderstand bei Isololationsmessungen.

Der Kondensator von 0,5 Mf. Kapazität bildet das Vergleichsmaass für Ladungsmessungen. Er enthält in einem hölzernen, mit Ebonitdeckel versehenen Kasten etwa 60 Stanniolblätter und ebenso viel als isolierende Zwischenlagen dienende Glimmerblätter. Durch seitliche Ansatzstreifen sind die Stanniolblätter der geraden Nummernfolge untereinander und ebenso die Blätter der ungeraden Nummernfolge untereinander verbunden. Beide Belegungen sind durch Schraubenbolzen mit den beiden Messingschienen auf der Deckplatte in Verbindung gesetzt. Zum Schutze gegen das Eindringen von Feuchtigkeit ist das Blätterpacket mit einer dicken Paraffinschicht umgeben.

Die Entladungstaste wird bei Ladungsmessungen dazu benutzt, das Kabel oder den Kondensator zu laden und darauf den Entladungsstrom durch das Galvanometer zu leiten. Ihre Metallteile sitzen auf 45 mm hohen Ebonitsäulchen s_1 s_2 s_3. Auf dem Säulchen s_3 ist der einarmige Tastenhebel *h* drehbar gelagert; eine unter ihm sitzende Blattfeder drückt ihn nach oben. s_1 trägt unterhalb des Hebels den Batteriekontakt, s_2 über dem Hebel den Entladungskontakt. Wird der Hebel mittelst des Knopfes *o* auf den Batteriekontakt niedergedrückt, so legen sich zwei Ebonithaken über sein vorderes

Ende und halten ihn nieder. Diese an zweiarmigen Hebeln sitzenden Haken können mittelst der Tasten t_1 und t_2 zurückgelegt werden, sodass sie den Hebel h freigeben. Die Einrichtung ist so getroffen, dass h beim Niederdrücken von t_2 gegen den etwas höher stehenden zweiten Haken schnellt, wobei der Hebel isoliert ist, während beim Niederdrücken von t_1 beide Haken zurückgelegt werden. Im letzteren Falle schnellt der Tastenhebel gegen den Entladungskontakt (s_2), von welchem der Stromweg nach dem Galvanometer führt.

Umschalter. — Der Zweck der Umschalter C bis H ist aus der Figur ersichtlich. Der Umschalter C (Nr. VIII) dient als Stromwender für das Galvanometer, unter Umständen auch zum Kurzschliessen des Galvanometers. Die Umschalter D und E ermöglichen die Verbindung des Galvanometers mit den übrigen Messapparaten, an den Umschaltern F und H liegen die zu messenden Kabeladern, G wird bei der Ladungsmessung benutzt.

Umschalter.

Schaltung zum Messen des Kupferwiderstandes.

Die Schaltung beruht auf dem Prinzip der Wheatstoneschen Brücke (vgl. Fig. 242), wobei die Seiten a und b des Vierecks in der Regel aus je 1000 Ohm im Verzweigungswiderstande bestehen, während die dritte Seite (w) aus zwei am fernen Ende zur Schleife verbundenen Kabeladern und die vierte Seite aus dem Rheostaten gebildet werden.

Die Stromwege sind folgende (vgl. Fig. 250a u. b):

im eigentlichen Vierecke: von Punkt I im Verzweigungswiderstande nach Punkt II, weiter zum Ausschalter am Batteriewähler (Stöpsel in 1) und zum Umschalter F (Stöpsel in 3), durch die Kabelschleife zum fernen Amte und zurück zu H (Stöpsel in 3), zum rechtsseitigen Ausschalter (Stöpsel in 17), zu Punkt III, durch den Rheostaten zu Punkt IV und durch den Verzweigungswiderstand (Seite b) nach Punkt I;

in der Batteriediagonale: von Punkt I über die Taste T durch den Stromwender (Klemme J, Klinken s_4 s_2), über den Batteriewähler B durch die kleine Messbatterie zu diesem zurück (Stöpsel in 2, 3, 13, 14, 15, 16), zum Stromwender (Klinken s_1 s_3), über den Umschalter A (Stöpsel in 2) nach Punkt III;

in der Galvanometerdiagonale: Punkt II, Kurzschlusstaste, Umschalter D (Stöpsel in 1), C (Stöpsel in 4), Zweigwiderstand, Galvanometer, Zweigwiderstand, Umschalter C (Stöpsel in 2), E (Stöpsel in 1), Kurzschlusstaste, Punkt IV.

Ein einaderiges Kabel wird zur Kupfermessung an den Umschalter F gelegt; dabei ist Punkt III des Vierecks durch Stöpselung in Loch 1 und 2 des Umschalters A und in Loch 6 des Umschalters E mit Erde zu verbinden.

Schaltung zum Messen des Isolationswiderstandes.

Der Strom der mit einem Pole an Erde liegenden grossen Batterie wird durch das Galvanometer und den dahinter geschalteten Widerstand von 100000 Ohm gesandt, um die Konstante zu bestimmen; darauf wird der Vergleichswiderstand mit der zu messenden, am fernen Ende isolierten Kabelader vertauscht. Dabei liegt der Zinkpol über den Batteriewähler (Stöpsel

in 11), den Stromwender, dessen Kurbel nach links gedreht ist (Klinke s_1 s_8), Umschalter *A* (Stöpsel in 1), *E* (Stöpsel in 6) an Erde, während der Strom vom Kupferpol über den Batteriewähler (Stöpsel in 2, 3, 4), Stromwender (Klinken s_2 s_4 *J*), Umschalter *E* (Stöpsel in 4), *C* (Stöpsel in 2), den Zweigwiderstand zum Galvanometer und weiter über den Zweigwiderstand, den Umschalter *C* (Stöpsel in 4) zur Querschiene von *D* geht, von wo er bei Stöpselung in Loch 2 durch den Widerstand von 100000 Ohm hindurch zur Erde, dagegen bei Stöpselung in Loch 4 über *F* (Stöpsel in 2) in die Kabelader fliesst.

Schaltung für die Ladungsmessung.

Es wird in die isolierte Kabelader eine Minute lang Strom gesandt, darauf die Batterie abgenommen und die Ader an das mit Erde verbundene Galvanometer gelegt. Bei Bestimmung der Konstante ersetzt man die Kabelader durch den Kondensator von bekanntem Ladungsvermögen.

Weg für den Ladestrom: der Zinkpol der kleinen Batterie liegt über den Batteriewähler (Stöpsel in 3, 13, 14, 15, 16), den Stromwender (s_1 s_8), den Umschalter *A* (Stöpsel in 1), *E* (Stöpsel in 6) an Erde, wogegen der Strom vom Kupferpol über den Batteriewähler (Stöpsel in 2), den Stromwender (s_2 s_4 *J*), die Entladungstaste (s_1 *h*) zum Umschalter *G* fliesst, von wo er bei Stöpselung in 2 zum Kondensator, bei Stöpselung in 3 über *F* (Stöpsel in 2) in die Kabelader fliesst.

Weg für den Entladungsstrom: die Ladung fliesst aus dem Kondensator bez. der Kabelader über *G* zur Entladungstaste ($h s_2$), über den Umschalter *D* (Stöpsel in 3), *C* (Stöpsel in 1), den Zweigwiderstand, durch das Galvanometer zum Zweigwiderstande zurück und über *C* (Stöpsel in 3) und *E* (Stöpsel in 3) zur Erde.

b) Ausführung der regelmässigen Kabelmessungen.

Diese finden in Deutschland jeden Freitag abends statt. Vorher sind die Messinstrumente und Kabelumschalter sorgfältig von Staub zu reinigen, die Stöpsel mit reinen Lederlappen abzureiben und die Stöpsellöcher mit einem Holzstäbchen auszureiben. Beim Einsetzen sind die Stöpsel kräftig unter Drehung einzudrücken.

Messung des Kupferwiderstandes.

Messung des Kupferwiderstandes. — Sie dient zur Bestimmung der Temperatur des Kabels und zur Prüfung, ob der Leitungswiderstand der Adern normal ist. Für gewöhnlich kommt ein vereinfachtes Verfahren zur Anwendung, das die Temperatur unmittelbar abzulesen gestattet, ohne dass sie aus dem Kupferwiderstande berechnet zu werden braucht.

Diesem Zwecke dient der der Messbrücke beigegebene Zusatzrheostat mit doppeltem Kurbelumschalter. Die Einrichtung und Verwendung dieses Rheostaten beruht auf folgenden Erwägungen.

Hat man bei der Isolationsmessung der Kabeladern grössere Isolationsfehler nicht festgestellt, und sind nicht etwa unsichere Verbindungen in den Kabelumschaltern oder schlechte Lötstellen vorhanden, so hängen die Ände-

rungen des Kupferwiderstandes lediglich von der Temperatur ab. Es ist der Widerstand einer Kupferschleife

$$w_t = w_{15}\,[1 + a\,(t - 15)] \text{ oder } \frac{w_t}{w_{15}} = 1 + a\,(t - 15).$$

Macht man nun im Brückenvierecke (Fig. 242) a und b gleich 1000 Ohm, r gleich dem Normalwiderstande der Kupferschleife ($= w_{15}$), so wird der Galvanometerzweig stromlos sein, sobald die Schleife gerade den Widerstand w_{15} oder eine Temperatur von 15° hat. Bei jeder anderen Temperatur muss man zur Erzielung des Gleichgewichts, wenn $r = w_{15}$ bleibt, das Verhältnis $\frac{a}{b}$ so ändern, dass es gleich dem Verhältnisse $\frac{w}{r}$ oder $\frac{w_t}{w_{15}}$ wird.

Ist $w_t > w_{15}$, liegt also die Kabeltemperatur über 15°, so muss $a > b$ gemacht werden, etwa durch Hinzufügen von x Ohm. Dann ist

$$\frac{1000 + x}{1000} = \frac{w_t}{w_{15}} = 1 + a\,(t - 15)$$

oder $\frac{x}{1000} = a\,(t - 15)$, also $x = 1000\,a\,(t - 15) = 3{,}71\,(t - 15)$ Ohm, da der Temperatur-Koeffizient des Kupfers $a = 0{,}00371$ ist. Demnach wäre a zu vergrössern bei $t = 16°$ um 3,71 Ohm, bei $t = 17°$ um $2 \cdot 3{,}71$ Ohm, bei $t = 18°$ um $3 \cdot 3{,}71$ Ohm u. s. w.

Ist dagegen $w_t < w_{15}$, also die Kabeltemperatur unter 15°, so muss b durch Zuschalten von Widerstand vergrössert werden. Es ist dann

$$\frac{1000}{1000 + x} = \frac{1}{1 + \frac{x}{1000}} = \frac{w_t}{w_{15}} = 1 + a\,(t - 15).$$

Da x im Vergleiche zu 1000 sehr klein ist, so darf man statt

$$\frac{1}{1 + \frac{x}{1000}} \text{ den Näherungswert } 1 - \frac{x}{1000}$$

setzen. Dann ergiebt sich $x = 1000\,a\,(15 - t) = 3{,}71\,(15 - t)$ Ohm. Demnach ist b zu vergrössern bei $t = 14°$ um 3,71 Ohm, bei $t = 13°$ um $2 \cdot 3{,}71$ Ohm, bei $t = 12°$ um $3 \cdot 3{,}71$ Ohm u. s. w.

Man kann also aus dem zu a oder b hinzugeschalteten Widerstande x unmittelbar die Kabeltemperatur finden, indem man diesen Widerstand durch 3,71 dividiert und den Quotient zu 15° addiert bez. von 15° abzieht. Um dies zu erleichtern, bilden die Rollen des Zusatzrheostaten sämtlich ein Vielfaches von 3,71 Ohm. Sie sind auf drei Kreise verteilt, und zwar enthalten die Kreise „Einer" und „Zehner" je zehn Widerstände:

0, $1 \cdot 3{,}71$, $2 \cdot 3{,}71$, $3 \cdot 3{,}71$ .... bis $9 \cdot 3{,}71$ und
0, $0{,}1 \cdot 3{,}71$, $0{,}2 \cdot 3{,}71$, $0{,}3 \cdot 3{,}71$ bis $0{,}9 \cdot 3{,}71$ Ohm,

während der dritte (unvollständige) Kreis nur die Werte 0 und $10 \cdot 3{,}71$ Ohm aufweist. Aus der Stellung der Rheostatenkurbeln ergiebt sich ohne weiteres, wieviel Grade über oder unter 15° die obwaltende Kabeltemperatur beträgt, z. B. sind bei der in Fig. 250b gezeichneten Stellung 17,9° zu- oder abzurechnen.

Der doppelte Kurbelumschalter ermöglicht, den Zusatzrheostaten beliebig in die Seite a oder b des Brückenvierecks einzuschalten. Bei Kurbelstellung

„oben“, entsprechend der in Fig. 250b gezeichneten, gehört der Rheostat zur Seite *b*, indem er sich an Punkt *C* anschliesst (Stromweg: von *C* über Klemme *H*, Kontaktstück 1, obere Kurbel, durch den Rheostaten zur unteren Kurbel, Kontaktstück 3, Punkt *IV* des Brückenvierecks); zugleich ist das Ende der Seite *a* über Punkt *A*, Klemme *W* und die Kontaktstücke 2, 5, 7, 4 mit Punkt *II* des Brückenvierecks verbunden. In der Figur zeigt also der Apparat eine Kabeltemperatur von 15 — 17,9 = — 2,9° an. — Bei Kurbelstellung „unten“ würde die Seite *a* mit dem Zusatzrheostaten verbunden sein (Stromweg: von *A* über *W*, Kontakt 2, obere Kurbel, Rheostat, untere Kurbel, Kontakt 4, Punkt *II*) und gleichzeitig Seite *b* über *C*, *H*, Kontakt 1, 6, 8, 3 an Punkt *IV* liegen. (Die punktiert gezeichnete Verbindung zwischen Kontakt 5 und 7 ist ein verschiebbarer Stromschlussbügel, der sich bei Kurbelstellung „unten“ auf die Kontakte 6 und 8 legt).

Zur Bestimmung der Kabeltemperatur würde die Messung an einer einzigen Schleife aus den am besten isolierten Adern genügen; es ist jedoch zweckmässig, den Widerstand sämtlicher Adern zu beobachten. Man dehnt deshalb die Messungen bei einem 7-aderigen Kabel auf vier Schleifen aus, die aus den Adern 1 + 2, 3 + 4, 5 + 6, 5 + 7 gebildet werden, falls sich die Adern am vorhergehenden Messtage nahezu gleich gut isoliert gezeigt haben. Waren sie jedoch ungleich gut isoliert, so verbindet man die beiden besten Adern mit der schlechtesten, die drittbeste mit der zweitschlechtesten u. s. w. Beim fernen Amte werden je die zu Schleifen zu vereinigenden Adern miteinander verbunden.

Die Ausführung der Messung erfolgt in der Weise, dass der Messbeamte die Summe der Normalwiderstände der beiden an der Messbrücke liegenden Adern im Rheostaten einschaltet, die Messbatterie mittelst der Taste *T* schliesst und darauf den im Zusatzrheostaten eingeschalteten Widerstand so lange ändert, bis das Galvanometer keine Ablenkung mehr zeigt. Das Galvanometer wird durch Drücken der Kurzschlusstaste jedesmal nur für einen Moment eingeschaltet. Stellt sich der Lichtzeiger nicht genau auf Null ein, so sind die entsprechenden Bruchteile von 0,1° abzuschätzen. Ergeben sich z. B. bei 0,3 20 Striche links, bei 0,4 50 Striche rechts, so ist als Temperatur zu rechnen $15^{0} \pm (0{,}3 + \frac{20}{70} \cdot 0{,}1)$, also bei Kurbelstellung „unten“ 15,33°, bei Kurbelstellung „oben“ 14,67° C.

Das algebraische Mittel aus den gefundenen Temperaturwerten ist, wenn diese annähernd übereinstimmen, als Kabeltemperatur anzunehmen und bei Zurückführung des Isolationswiderstandes auf die Normaltemperatur zu Grunde zu legen. Ergeben sich dagegen für einzelne Schleifen ungewöhnlich hohe Temperaturen, so ist dies ein Zeichen für das Vorhandensein mangelhafter Verbindungen; die fehlerhaften Werte bleiben dann bei Berechnung des Mittelwertes unberücksichtigt.

Soll statt der Temperatur der Kupferwiderstand selbst ermittelt werden, z. B. bei Abnahmemessungen an Kabeln und Eingrenzung von Fehlern, so benutzt man die Brücke ohne Zusatzrheostat, indem man die drei Verbindungsschienen abnimmt und die Klemmen *H* und *J* der Brücke durch einen Metallbügel miteinander verbindet, oder indem man die Schaltung unverändert lässt und die Kurbeln des Zusatzrheostaten auf Null stellt. Es werden nun die Brückenarme *a* und *b* fest gewählt (meist = 1000 Ohm) und im Rheostaten der Messbrücke soviel Widerstand eingeschaltet, bis das Galvano-

meter keine Ablenkung mehr zeigt. Nach erfolgter Abgleichung des Widerstandes auf Zehntel-Einheiten hat man die Bruchteile von 0,1 Ohm zu schätzen. Bei 7-aderigen Kabeln misst man neun Schleifen, nämlich die 7. Ader in Verbindung mit den sechs übrigen, ferner 1 + 4, 2 + 5, 3 + 6; bei 4-aderigen Kabeln die Schleifen 1 + 4, 2 + 4, 3 + 4, 1 + 2, 2 + 3; bei 3-aderigen die Schleifen 1 + 2, 1 + 3, 2 + 3.

Aus den Schleifenwiderständen sind die Widerstände der einzelnen Kabeladern k wie folgt zu berechnen. Ist gemessen

$$k_1 + k_7 = p_1 \text{ und}$$
$$k_4 + k_7 = p_4, \text{ so ist}$$
$$k_1 + k_4 + 2k_7 = p_1 + p_4. \text{ Da ferner gemessen ist}$$
$$k_1 + k_4 = p_7, \text{ so erhält man}$$
$$k_7 = \frac{1}{2}(p_1 + p_4 - p_7).$$

In ähnlicher Weise findet man einen zweiten und dritten Wert für k_7; von den drei Werten ist das Mittel zu nehmen. Die Widerstände der übrigen sechs Adern ergeben sich durch Abzug des mittleren Wertes für k_7 von den betreffenden sechs Schleifenwiderständen.

Beim Messen 1-aderiger Kabel tritt an die Stelle der zweiten Ader die Summe der Widerstände der Messerde und der Kabelerde am fernen Ende. Diese Widerstände sind alle drei Monate zu ermitteln. Da bei Benutzung der Erde meist Erd- und Polarisationsströme durch das Galvanometer fliessen, so muss die Abgleichung des Rheostaten so erfolgen, dass das Galvanometer bei Schliessung wie beim Öffnen der Batterie dieselbe Ablenkung zeigt (falscher Nullpunkt); ferner ist die Messung sofort mit umgekehrter Stromrichtung zu wiederholen. Aus sechs bis zehn Doppelmessungen wird das arithmetische Mittel genommen. Das Ergebnis erreicht bei weitem nicht die Genauigkeit einer Schleifenmessung.

Die Widerstandsspulen bestehen aus Manganindraht (Temperaturkoeffizient 0,00002) und werden daher in ihrem Widerstandswerte durch Temperaturänderungen nur ganz unwesentlich beeinflusst; einer Berichtigung der abgelesenen Widerstände bedarf es deshalb nicht.

Messung des Isolationswiderstandes.

Messung des Isolationswiderstandes. — Die Kabeladern sind am fernen Ende isoliert und werden beim Messamte zunächst behufs völliger Entladung an Erde gelegt. Inzwischen wird die Konstante bestimmt, indem der Strom der grossen Batterie durch das Galvanometer (mit $\frac{1}{S}$ Shunt) und den Widerstand von 100 000 Ohm geschlossen und die Ablenkung A nach 1 Minute abgelesen wird. Dann werden die Kabeladern der Reihe nach mit dem Messtische verbunden; bei jeder ist erst $^1/_2$ Minute nach dem Schliessen der mit dem Kupferpol an Leitung zu legenden Batterie das Galvanometer (mit $\frac{1}{s}$ Shunt) einzuschalten und nach 1 Minute die sich langsam verringernde Ablenkung a zu vermerken.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist bei Bestimmung der Konstanten $E = i \cdot w$ und beim Anlegen einer Kabelader $E = i_1 \cdot w_1$, also $w_1 = \frac{i}{i_1} \cdot w$. Bezeichnet k den konstanten Faktor des Galvanometers für Strommessungen, so ist

$$i = k \cdot (S + 1) \cdot A \text{ und } i_1 = k \cdot (s + 1) \cdot a.$$

Es ergiebt sich also

$$w_1 = \frac{S+1}{s+1} \cdot \frac{A}{a} \cdot w.$$

Vernachlässigt man in w und w_1 den Widerstand der Messbatterie und den kombinierten Widerstand des Galvanometers nebst Shunt, so bleibt von w der Vergleichswiderstand (= 100 000 Ohm) und von w_1 der Isolationswiderstand G der Kabelader übrig. Es ist daher

$$G = \frac{S+1}{s+1} \cdot \frac{A}{a} \cdot 100\,000 \text{ Ohm}.$$

Daraus ergiebt sich durch Multiplikation mit der Kabellänge der Isolationswiderstand für 1 km; dieser wird auf die Normaltemperatur umgerechnet, und zwar durch Multiplikation mit einem Faktor γ, welcher aus einer Tafel für die ermittelte Kabeltemperatur zu entnehmen ist. Mit wachsender Temperatur nimmt der Faktor γ zu; für 15^0 ist er = 1.

Messung der Ladungskapazität.

Messung der Ladungskapazität. — Beim Entladen fliesst die Ladung in einem sehr kurze Zeit dauernden Strome zur Erde. Dieser Strom erteilt im Galvanometer dem Magnetsystem einen momentanen Stoss. Der Ausschlag des Lichtzeigers ist der Stärke des Entladungsstroms und folglich auch der Grösse der Ladung proportional. — Die zu messenden Kabeladern sind am fernen Ende isoliert und werden beim Messamte zunächst an Erde gelegt. Zur Bestimmung der Konstante ladet man den Kondensator aus der kleinen Batterie 1 Minute lang und beobachtet darauf den Ausschlag A, den der Entladungsstrom bei $\frac{1}{S}$ Shunt im Galvanometer bewirkt. Dann werden nacheinander drei Kabeladern, nämlich die erste, die siebente und eine der übrigen, in derselben Weise gemessen. Ist hierbei der Ausschlag bei $\frac{1}{s}$ Shunt = a, so ist das Ladungsvermögen der Ader

$$C_1 = \frac{s+1}{S+1} \cdot \frac{a}{A} \cdot 0{,}5 \text{ Mf.}$$

Für den Kondensator ist nämlich die Ladung $Q = C \cdot V$ und für eine Kabelader die Ladung $Q_1 = C_1 \cdot V$. Die Batteriespannung V ist in beiden Fällen dieselbe. Es ergiebt sich also die Ladungskapazität der Ader $C_1 = C \cdot \frac{Q_1}{Q}$. Ferner kann man setzen $Q = k \cdot (S+1) \cdot A$ und $Q_1 = k \cdot (s+1) \cdot a$; C ist die Kapazität des Vergleichskondensators, = 0,5 Mf. Wir erhalten demnach

$$C_1 = \frac{s+1}{S+1} \cdot \frac{a}{A} \cdot 0{,}5 \text{ Mf.}$$

Zur Berechnung des Isolationswiderstandes und der Kapazität für das ganze Kabel und die Längeneinheit dient ein Rechenstab besonderer Einrichtung.

c) Fehlerortsbestimmungen an Kabelleitungen.

Verfahren bei Nebenschluss. — Die Isolierhülle einer Ader sei verletzt, die Kupferlitze jedoch unbeschädigt. Man bestimmt den Widerstand zweier fehlerfreier Adern k_1 und k_2, sowie der schadhaften Ader k_0, durch drei Messungen. Dann wird die sog. Erdfehlerschleife gemessen (Fig. 251), nachdem die fehlerhafte Ader am fernen Ende mit einer guten Ader zur

Schleife geschaltet und beim Messamte der sonst an Punkt *III* des Brückenvierecks liegende Batteriepol mit Erde verbunden ist. Hierbei liegt Punkt *III* des Brückenvierecks an der Fehlerstelle F und der Nebenschluss selbst im Batteriezweige. Bezeichnet man den Widerstand der fehlerhaften Ader auf der Strecke vom Messamte bis zur Fehlerstelle mit x und auf der Strecke FB mit y, so

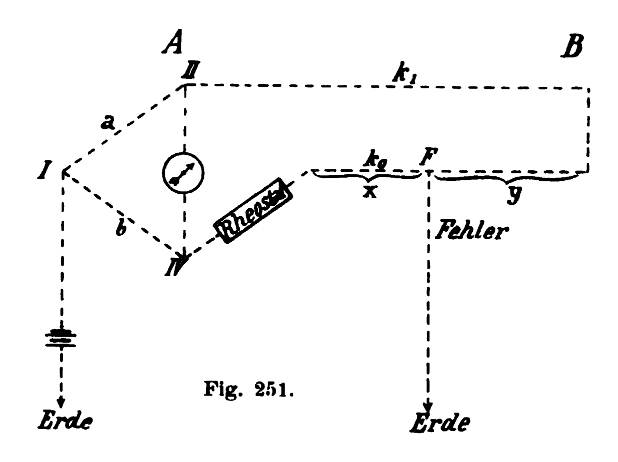


Fig. 251.

verhält sich nach Herstellung des Gleichgewichts in der Brücke

$$a : b = (k_1 + y) : (x + r),$$

oder da

$$x + y = k_0 \text{ ist, } a : b = (k_1 + k_0 - x) : (r + x);$$

folglich ist

$$x = \frac{b\,(k_1 + k_0) - a\,r}{a + b}$$

und, wenn $a = b$ gemacht war,

$$x = \frac{1}{2}\,(k_1 + k_0 - r).$$

Die Länge l der dem Widerstand x entsprechenden Kabelstrecke findet man aus der Proportion

$$l : L = x : k_0 \text{ zu } l = L\,\frac{x}{k_0},$$

wo L die ganze Kabellänge ist.

Durch Umkehren der Stromrichtung und Ausdehnung der Messung auf die Schleife $k_2 + k_0$ erhält man vier Werte für x, aus denen das Mittel zu nehmen ist. — Die Messungen ergeben x etwas zu gross, weil der normale Stromverlust durch die Guttaperchahülle hindurch auf der Strecke x geringer ist als auf der längeren Strecke $k_1 + y$. Lassen sich die Messungen gleich darauf von B aus wiederholen, so erhält man dort für y einen zu grossen Wert; der richtige Wert von x ist dann $^1/_2\,(k_0 + x - y)$ und von $y = {}^1/_2\,(k_0 - x + y)$.

Wenn neben der fehlerhaften Ader k_0 nur e i n e gute Ader k_1 vorhanden ist, so kann nur die Summe der Widerstände $k_1 + k_0 = p_1$ gemessen werden. Man nimmt dann das Verhältnis $\frac{k_1}{k_0} = \gamma$ zu Hülfe, welches bei jeder Temperatur dasselbe ist und sich daher aus den Ergebnissen der regelmässigen Messungen ermitteln lässt. Es ist $k_0 + k_1 = k_0 + k_0\gamma = k_0\,(1 + \gamma) = p_1$,

also

$$k_0 = \frac{p_1}{1 + \gamma} \text{ und } l = L \cdot x \cdot \frac{1 + \gamma}{p_1}.$$

Ist keine fehlerfreie Ader vorhanden, so misst man den Kupferwiderstand der schadhaften Ader, während diese am fernen Ende 1. isoliert, 2. an Erde gelegt, 3. unter Einschaltung eines Widerstandes r mit Erde verbunden ist. Dann erhält man folgende Gleichungen, worin der Widerstand des an

der Fehlerstelle vorhandenen Nebenschlusses mit z bezeichnet ist:

$$1.\ k_0 = x + z.$$

$$1.\ k_1 = x + \frac{yz}{y+z}.$$

$$3.\ k_2 = x + \frac{(y+r)z}{y+r+z}.$$

Daraus ergiebt sich

$$x = k_0 - \sqrt{\frac{r(k_0 - k_1)(k_0 - k_2)}{k_2 - k_1}}.$$

Auf genaue Ergebnisse ist bei dieser Methode im allgemeinen nicht zu rechnen, da der Wert von z während der drei zusammengehörigen Messungen nicht derselbe bleibt. Die Fehlerortsbestimmung vereinfacht sich, wenn man den Widerstand der unbeschädigten Ader $k_n = x + y$ kennt. In diesem Falle bedarf es nur der Messungen unter 1. und 2., und es ist

$$x = k_1 - \sqrt{(k_0 - k_1)(k_n - k_1)}.$$

Ist der Widerstand des Fehlers z ziemlich gross, so herrschen an der Fehlerstelle während der Messungen zu 1. und 2. sehr verschiedene Spannungen, infolgedessen z bei beiden Messungen ganz verschiedene Werte hat. Zur Umgehung dieser Schwierigkeit empfiehlt sich folgende Methode. Man misst den Widerstand der am anderen Ende mit Erde verbundenen Ader

$$k_1 = x + \frac{yz}{y+z}.$$

Darauf wird das Kabel am fernen Ende isoliert und beim Messamt ihm parallel (zwischen den Brückenpunkt *II* und die Erde) ein zweiter Rheostat geschaltet. In diesem wird der Widerstand, während der erste Rheostat (k_1) unverändert bleibt, so abgeglichen, dass der Lichtzeiger auf Null oder den falschen Nullpunkt geht. Dann gilt die Gleichung

$$k_1 = \frac{k_2(x+z)}{k_2 + x + z}.$$

Mit Hülfe der dritten Gleichung $k_n = x + y$ findet man

$$x = k_1\left(1 - \sqrt{\frac{k_n - k_1}{k_2 - k_1}}\right).$$

Bei kleinem z führt man am besten von beiden Enden Isolationsmessungen aus. Man erhält in $A\ k_0 = x + z$, in $B\ k'_0 = y + z$, und mit Hülfe von $k_n = x + y$ ergiebt sich $x = {}^1/_2\,(k_n + k_0 - k'_0)$.

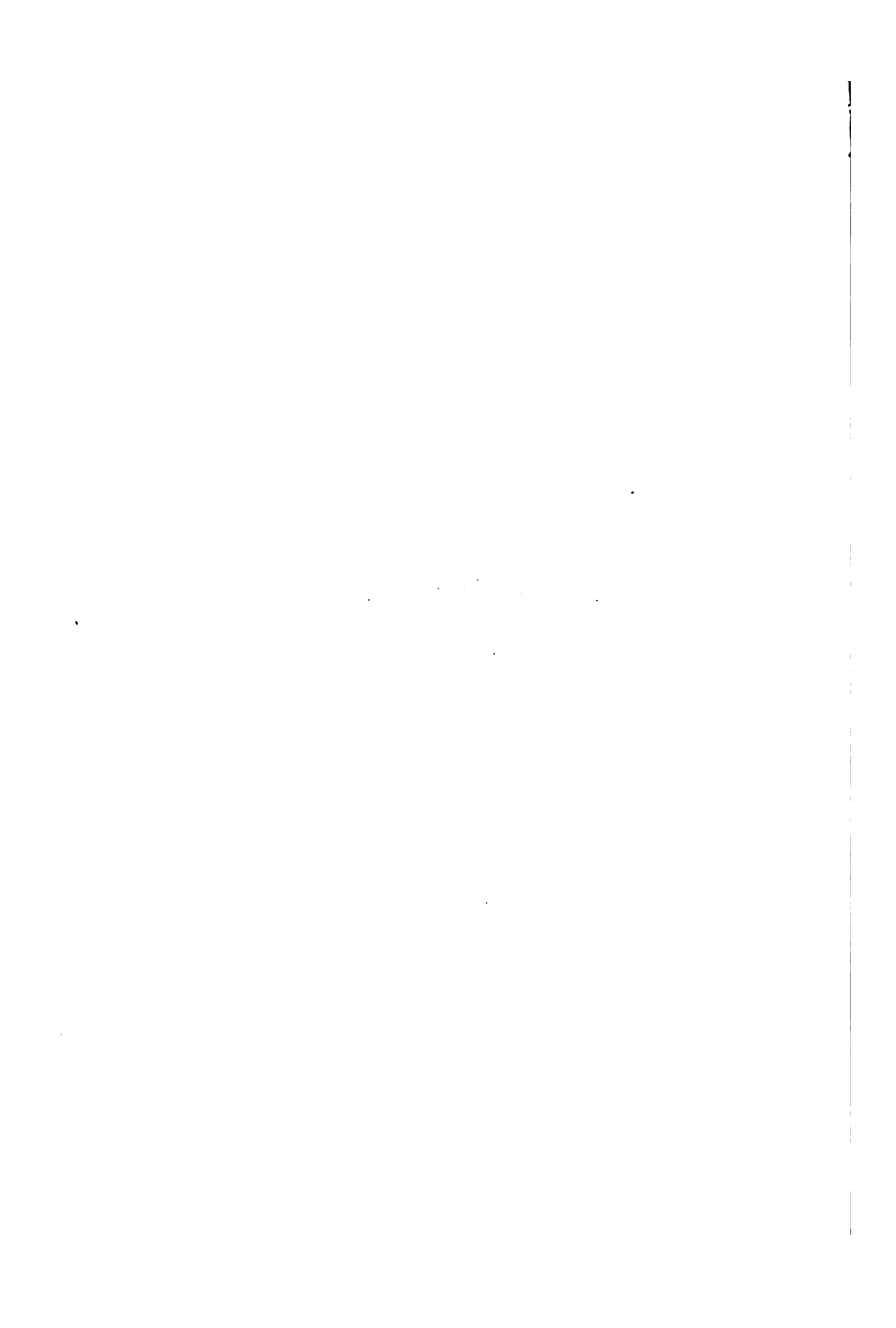
Verfahren bei Berührung zwischen zwei Adern. — Man kann die eine Ader an beiden Enden mit Erde verbinden und dadurch die Berührung in einen Nebenschluss verwandeln, dessen Ort sich mit Hülfe der anderen Ader nach Obigem bestimmen lässt.

Verfahren bei Unterbrechung einer Ader. — Stehen die beiden Drahtenden an der Fehlerstelle noch durch eingedrungene Erdfeuchtigkeit in Verbindung, so lassen sich die oben bezeichneten Methoden anwenden, jedoch nur mit unsicherem Erfolge. — Ist die Kupferlitze an der Fehlerstelle völlig isoliert, also die Ader nicht mehr stromfähig, so kann der Ort des Fehlers nur aus der Ladung annähernd bestimmt werden. Man misst in diesem Falle die Ladungsfähigkeit der Kabelstrecke vom Messamte bis zur Unterbrechungsstelle und dividiert den gemessenen Wert durch die aus den regelmässigen Messungen bekannte Kapazität von 1 km der Kabelader.

Zweite Abteilung.

Telephonie

I. bis IX.



I. Geschichtliche Entwickelung.

Um die Frage, wer als der Erfinder des Telephons zu gelten hat, ist viel gestritten worden. Den Gedanken, das gesprochene Wort auf elektrischem Wege in die Ferne zu übermitteln, hat schon der Franzose BOURSEUL geäussert. Dem Naturforscher und Lehrer PHILIPP REIS zu Friedrichsdorf bei Homburg v. d. Höhe aber gebührt das Verdienst, im Jahre 1861 einen von ihm „Telephon“ genannten Apparat konstruiert zu haben, welcher mit Hülfe der Elektrizität Töne und Sprachlaute und selbst einzelne gesprochene Worte nach einer entfernten Stelle übertrug. Wenn dieser Apparat auch die Bedingungen eines brauchbaren Sprechinstruments nicht erfüllte und erst durch GRAHAM BELL in Boston 1876 in einer für den Zweck geeigneten Weise vervollkommnet worden ist, so kann doch nur PHILIPP REIS als der eigentliche Erfinder des Telephons bezeichnet werden.

Telephon von Reis.

REIS gelangte zu seiner Erfindung durch das Studium der Gehörwerkzeuge; sein erster Apparat war in Form und Anordnung der Teile dem menschlichen Ohre nachgebildet. Das Telephon vom Jahre 1863 (Fig. 252) besteht aus zwei Teilen, einem Geber und einem Empfänger. Der Geber ist ein hölzernes Kästchen *A*, in dessen Deckel eine kreisförmige Öffnung angebracht ist, welche durch eine darüber gespannte Membran geschlossen wird. Auf die Mitte der Membran ist ein kleines Platinplättchen aufgekittet, das durch einen dünnen Metallstreifen mit der Klemmschraube *a* in Verbin-

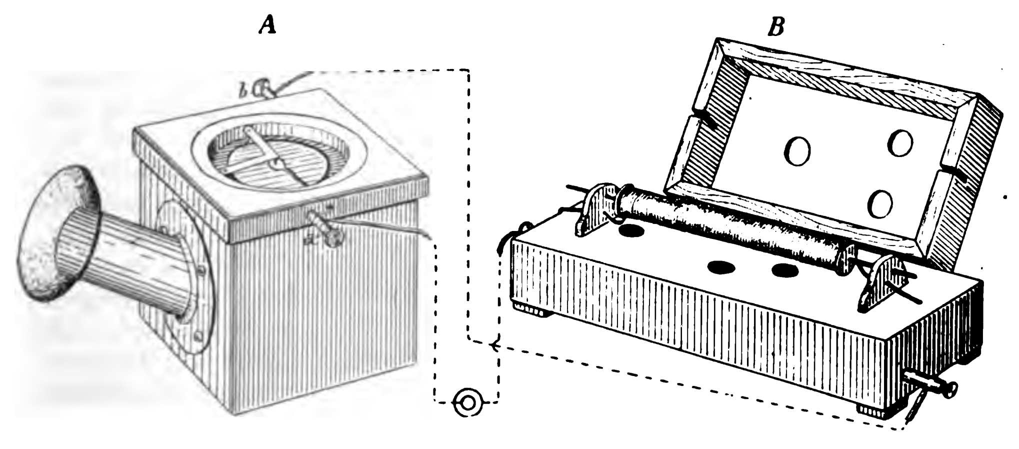


Fig. 252.

dung steht. Auf der Mitte des Platinplättchens ruht ein Platinstiftchen, welches an der unteren Seite eines leicht beweglichen, winkelförmigen Blechstückchens so angebracht ist, dass das Stiftchen beim Schwingen der Membran von dem mitschwingenden Plättchen berührt wird. Der Blechwinkel ist mit der Klemmschraube *b* verbunden.

Der Empfänger *B* besteht aus einem dünnen Eisenstäbchen, das mit den beiden Enden mittelst zweier Stege auf einen Resonanzboden aufgesetzt ist. Das Eisenstäbchen ist mit dünnem, isolirtem Kupferdraht umwickelt.

Wird in das Schallrohr des Gebers hineingesungen, so gerät die eingeschlossene Luft in Schwingungen, die sich der Membran und damit dem Platinplättchen und dem Platinstiftchen mitteilen. Entsprechend der Zahl der Membranschwingungen entstehen zwischen dem Platinplättchen und dem lose aufliegenden Stiftchen Unterbrechungen des durch die Batterie hindurch geschlossenen Stromkreises und in gleicher Zahl Entmagnetisierungen und Magnetisierungen des Eisenstäbchens im Empfänger. Infolge dieser periodischen Änderungen seines magnetischen Zustandes gerät das Eisenstäbchen in Longitudinalschwingungen, welche durch den Resonanzboden und die aufgesetzte Schallkammer verstärkt, als Schallwellen auf die Luft übertragen werden. Auf diese Weise werden die in den Geber hineingesungenen Töne vom Empfänger deutlich, wenn auch mit verändertem Klange, wiedergegeben. Gesprochene Worte kommen nur unvollkommen zur Wiedergabe.

Reis' Erfindung hat bei seinen Lebzeiten — er starb 1874 im Alter von 40 Jahren — nicht die verdiente Würdigung gefunden, aber sie bildete den Ausgangspunkt für die Versuche anderer Forscher.

Telephon von Yeates.

Yeates in Dublin ersetzte die Drahtspirale des Empfängers durch einen zweischenkeligen Elektromagnet, der über einer regulierbaren schwingenden Ankerplatte senkrecht feststehend angeordnet ist (Fig. 253). Mit diesem Empfänger war die Stimme des Sprechenden deutlich zu erkennen.

Fig. 253.

Telephon von Bell.

Graham Bell gelang es nach mehrjährigen Versuchen 1876, einen Telephon-Geber und -Empfänger zu konstruieren, welche Worte zwar verständlich, aber noch mit undeutlicher Aussprache wiedergaben. Der Geber bestand aus zwei Elektromagnetrollen, vor deren Polen in regulierbarem Abstand eine Membran aus Goldschlägerhaut ausgespannt war; auf die Membran hatte er ein Stückchen Uhrfederstahl als Anker aufgekittet (Fig. 254 A). Den Empfänger bildete ein Elektromagnet in einer Röhre, die oben mit einer dünnen und frei schwingenden Membran aus Eisenblech versehen war

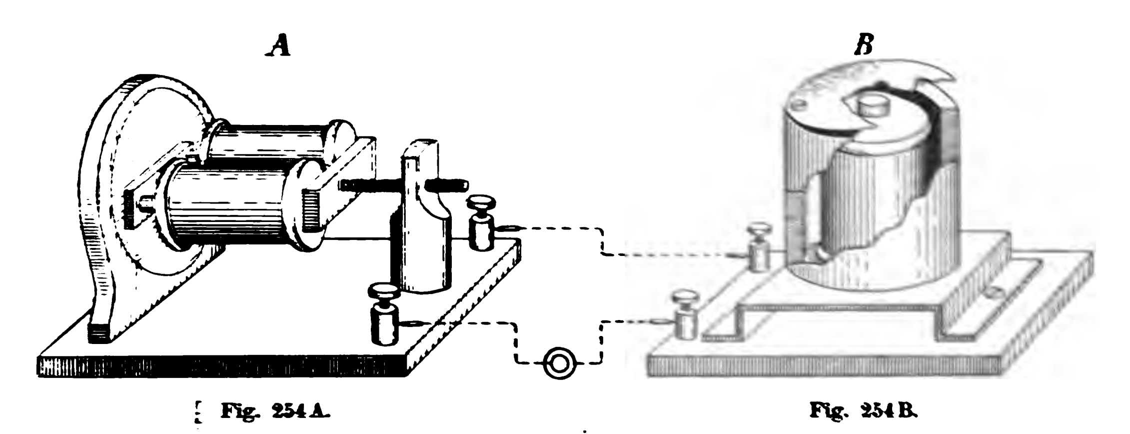


Fig. 254 A. Fig. 254 B.

(Fig. 254 B). Durch die Änderungen des magnetischen Zustandes, welche der Anker des Gebers erleidet, wenn er mit der schwingenden Membran vor den Elektromagnetpolen sich bewegt, werden in den Spulen Stromimpulse induziert, die auch im Empfängerelektomagnet auftreten und die Eisenmembran veranlassen, ebenso zu schwingen wie die Membran des Gebers. Bell benutzte für diesen Apparat eine Batterie, deren Strom die Leitung beständig durchfloss und Geber sowie Empfänger magnetisierte.

Das im Jahre 1877 von Bell konstruierte Telephon hatte bereits die in Fig. 255 dargestellte Form und besteht aus einem Magnetstabe, dessen eines Ende mit einem cylindrischen Polschuh aus weichem Eisen versehen ist. Um den Polschuh ist in vielen Windungen feiner isolierter Kupferdraht gewickelt; vor ihm ist eine Membran aus dünnem Eisenblech in dem Holzgehäuse des Telephons festgeklemmt. Dieses Telephon wirkt als Geber und als Empfänger und konnte schon in dem Jahre seiner Entstehung auf mehr als 50 km Entfernung mit gutem Erfolge benutzt werden.

Verschiedene Formen von Telephonen.

Zahlreich sind die Veränderungen, die das Bellsche Telephon alsbald nach seinem Bekanntwerden erfahren hat. So erfand Thomas A. Edison in Menlo Park (N. J.) nacheinander einen elektroharmonischen Apparat, ein Kohlen-Telephon, ein Elektromotograph-Telephon, ein Elektrophor- und ein Hydro-Telephon, Professor Dolbear in Boston ein Elektrophon, Thomson und Houston ein Reaktions-Telephon, Trouvé ein Gruppen-Telephon, Siemens das zweiteilige Telephon (mit Hufeisenmagnet) u. s. w. Schon im Jahre 1880 gab es mehr als 30 grundsätzlich verschiedene Konstruktionen des Apparats, ohne der Abarten mit geringen Abweichungen zu gedenken.



Fig. 255.

Hughes-Mikrophon.

Die wesentlichste Verbesserung der Apparate für den Fernsprechverkehr schuf aber Professor Hughes, der Erfinder des Typendruckers, im Jahre 1878 durch sein ebenso einfaches als für die Entwickelung des Fernsprechwesens bedeutungsvoll gewordenes Mikrophon. Dieses wegen seiner hohen Empfindlichkeit so genannte Instrument, das wir in seiner ersten, ihm von Hughes gegebenen Gestalt

an anderer Stelle kennen lernen werden, wird fast allgemein als Sprechapparat benutzt, während das eigentliche Telephon nur noch als Hörapparat verwendet wird.

Das Verdienst, zuerst den Wert des Telephons für den allgemeinen Verkehr erkannt zu haben, gebührt der deutschen Reichs-Postverwaltung, denn schon zu Ende des Jahres 1877 wurden die vorbereitenden Schritte zu seiner Einführung gethan. Doch diente der Fernsprecher — wie der Apparat seiner Bestimmung entsprechend verdeutscht wurde — zunächst nur dazu, zahlreiche kleinere Postorte mit der nächsten Telegraphenanstalt zu verbinden und damit an das Telegraphennetz anzuschliessen. Die Amerikaner dagegen verwendeten den Fernsprecher alsbald zum unmittelbaren Gespräche zwischen den an eine Centrale angeschlossenen Personen, und schon 1879 waren in mehr als 20 Städten der Union Telephonanlagen vorhanden, deren Teilnehmerzahl in die Tausende ging. Das erste Stadt-Fernsprechnetz in Deutschland wurde zu Anfang des Jahres 1881 mit 94 Teilnehmern in Berlin eröffnet; noch in demselben Jahre folgte eine Reihe anderer Städte.

Wie in Deutschland hat sich das Fernsprechwesen auch in den anderen Kulturländern der Erde überraschend schnell entwickelt. Niemals hat ein Verkehrsmittel in so kurzer Zeit einen solchen Umfang erlangt. Gegenwärtig sind in Deutschland bereits Hunderttausende von Telephonen im Betrieb, die Zahl der Telephone auf dem ganzen Erdenrund zählt nach Millionen.

Mit den Fortschritten der Technik haben die Entfernungen für den Sprechverkehr immer weiter ausgedehnt werden können. Die Möglichkeit einer Sprechverständigung ist kaum noch an eine Grenze gebunden und es darf die zuversichtliche Hoffnung ausgesprochen werden, dass es dem menschlichen Erfindergeiste gelingen wird, mittelst des Telephons auch die Schranken zu überwinden, welche die Oceane dem mündlichen Gedankenaustausche von Erdteil zu Erdteil noch entgegensetzen.

II. Physikalische Grundlagen.

Akustisches.

Die Telephonie bildet denjenigen Zweig der Telegraphie, der sich mit der elektrischen Übermittelung des gesprochenen Wortes in die Ferne befasst. Zu ihrem Verständnis müssen wir zunächst kurz auf die das Sprechen und Hören vermittelnden Schallerscheinungen eingehen.

Die menschliche Sprache besteht aus Vokalen und Konsonanten, d. h. Klängen und Geräuschen bestimmter Art. Sie wird durch das Stimmorgan des Sprechenden erzeugt und in Form von Schallwellen der Luft auf das Gehörorgan übertragen.

Das menschliche Stimmorgan ist nach Art einer Zungenpfeife eingerichtet. Als Zungen wirken die beiden Stimmbänder, die so im Kehlkopf ausgespannt sind, dass sie die Luftröhre bis auf einen schmalen Spalt, die

Stimmritze, verschliessen. Sie werden durch den aus der Lunge herausgepressten Luftstrom in Schwingungen versetzt und veranlassen die Luft in der Mundhöhle zum Mitschwingen. Beim Anspannen der Stimmbänder durch die entsprechenden Muskeln entsteht ein höherer Ton, beim Nachlassen ein tieferer.

Ein Klang ist, wie die Akustik lehrt, aus mehreren einfachen Tönen zusammengesetzt. Töne werden allgemein durch regelmässige stehende Schwingungen elastischer Körper erzeugt. Ein Ton ist charakterisiert durch seine Höhe, welche durch die Schwingungszahl, d. h. die Anzahl der ihn verursachenden Schallschwingungen pro Sekunde, bestimmt wird, ferner durch seine Stärke, d. i. die vom Ohre wahrgenommene Schwingungsintensität; letztere wird durch die Formel $J = c \cdot A^2 \cdot n^2$ ausgedrückt, worin c eine Konstante, A die Schwingungsamplitude und n die Schwingungszahl bezeichnen. Die musikalisch brauchbaren Töne haben Schwingungszahlen zwischen 40 und 4500, der von den Stimmgabeln angegebene Ton, das eingestrichene *a*, macht 435 Schwingungen in der Sekunde.

Die Musikinstrumente (ausser der Stimmgabel) und ebenso das menschliche Stimmorgan erzeugen nicht einfache Töne, sondern aus Tönen zusammengesetzte Klänge. Der tiefste Ton eines Klanges heisst dessen Grundton; die übrigen Töne sind die harmonischen Obertöne des Grundtons mit der zwei-, drei-, vierfachen u. s. w. Schwingungszahl.

Ein gesprochener Vokal ist ebenfalls ein Klang, bestehend aus einem Grundton und verschiedenen Obertönen. Ein bestimmter Vokal wird im allgemeinen charakterisiert durch die Anzahl, die Stärke und die Lage der den Grundton begleitenden verstärkten Obertöne. Der Vokal *u* kann z. B., wie Helmholtz gezeigt hat, künstlich durch den Grundton *B* unter nur schwachem Mitklingen des ersten und zweiten Obertons erzeugt werden und in ähnlicher Weise die anderen Vokale. Beim Sprechen wird ein bestimmter Vokalklang durch die Resonanz der Mundhöhle hervorgebracht, indem diese einzelne Obertöne des Stimmorgans bedeutend verstärkt und andere schwächt. Die Stellung des Mundes und damit die Gestalt und Grösse des resonierenden Luftraums der Mundhöhle ist für jeden Vokal eine ganz bestimmte.

Die Konsonanten sind Geräusche und werden durch unregelmässige Schwingungen hervorgebracht, in welche der aus der Lunge kommende Luftstrom durch die Organe der Mundhöhle: Zunge, Gaumen, Zähne, Lippen versetzt wird.

Die einem einfachen Tone entsprechenden Schwingungen lassen sich graphisch durch Wellenlinien von der in Fig. 256 gezeichneten Art dar-

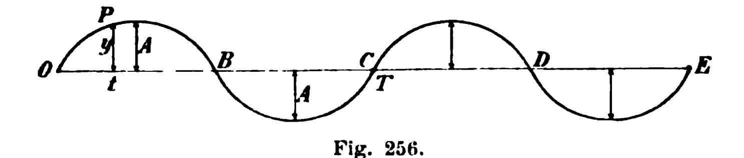


Fig. 256.

stellen. Eine derartige Kurve erhält man z. B., wenn man eine an der Schmalseite einer Zinke mit scharfer Spitze versehene schwingende Stimmgabel schnell über eine berusste Platte zieht; der hin- und hergehende Stift zeichnet dann eine Kurve, von welcher jeder Punkt den Abstand des Stiftes

von der Ruhelage zu einer bestimmten Zeit angiebt. Die Strecke OC (Fig. 256) bezeichnet die Zeit T einer ganzen Schwingung; am Anfange befindet sich der Stift in O in der Ruhelage, nach $^1/_4\,T$ hat er die grösste Ausbiegung A, nach $^1/_2\,T$ geht er wieder durch die Ruhelage, um nach $^3/_4\,T$ die grösste Ausbiegung nach der anderen Seite zu erreichen u. s. w.

Die dargestellte Kurve beschreibt jeder Peripheriepunkt eines Kreises mit dem Radius A, der mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf einer Geraden rollt, die im Abstand A parallel zur Abscissenachse OE gezogen ist. Der ursprünglich in O befindliche Peripheriepunkt ist, wenn sich der Kreis einmal abgerollt hat, auf der Kurve nach C gelangt; der Punkt hat sich dabei um den Winkel 2π gedreht und es stellt OC die Zeit T einer ganzen Umdrehung dar. Für eine beliebige Lage P ist der Sinus des Winkels, welchen der von P nach dem Kreismittelpunkt gezogene Radius mit der Abscissenachse bildet, gleich $\frac{y}{A}$; dieser Winkel ist aber in der Zeit t, welche die zu P gehörige Abscisse bildet, auf $2\pi\frac{t}{T}$ gewachsen. Wir erhalten also für obige Kurve die Gleichung

$$y = A \sin 2\pi \frac{t}{T} \text{ oder } y = A \sin 2\pi n t,$$

da die Schwingungszahl $n = \frac{1}{T}$ ist.

Ein Klang würde, graphisch dargestellt, eine viel kompliziertere Kurve ergeben, als die obige Sinuslinie. Die Schallwellen der Obertöne lagern sich nämlich über die Schallwellen des Grundtons und es entsteht eine resultierende Kurve von der Art, dass die Ordinate in jedem Augenblick gleich der algebraischen Summe der zu den Kurven der Einzeltöne gehörigen Ordinaten ist. Fig. 257 möge den Vorgang veranschaulichen. Kurve I stellt den Grundton dar, Kurve II die Oktave mit der doppelten Schwingungszahl und Kurve III die Duodecime mit der dreifachen Schwingungszahl; durch Übereinanderlagerung dieser drei Wellenzüge ensteht die Kurve IV, welche den von den drei Tönen gebildeten Klang wiedergiebt. Ein geübtes Ohr würde aus Schallwellen von der Form der Kurve IV die einzelnen Töne heraushören; mit Hülfe des FOURIERschen Satzes lässt sich die Kurve auch auf mathematischem Wege in die Einzelkurven zerlegen.

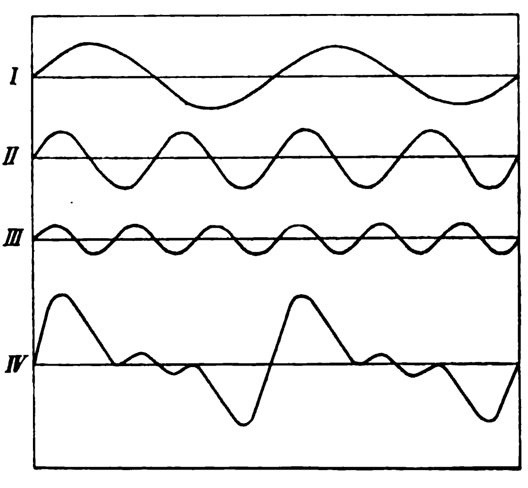


Fig. 257.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass es bei der telephonischen Übermittelung der Sprache wesentlich darauf ankommt, die am Abgangsorte von der Stimme des Sprechenden erzeugten Schallwellen möglichst formgetreu am Empfangsorte wieder hervorzubringen. Die reproduzierten Schallschwingungen müssen nicht nur in Bezug auf die Schwingungszahlen der Einzeltöne

mit den abgehenden übereinstimmen, sondern diesen auch hinsichtlich des gegenseitigen Stärkeverhältnisses der Einzeltöne durchaus ähnlich sein. Es muss die Klangfarbe der Sprache getreu wiedergegeben werden. Dagegen darf die Intensität der ankommenden Schallwellen erheblich geringer sein als die der abgehenden. —

Telephon.

Das Telephon enthält als wirksame Teile einen polarisierten Elektromagnet und vor dessen Polen eine dünne, am Rande festgeklemmte Eisenmembran. Es wirkt wie ein Magnetinduktor, wenn es als Geber benutzt wird, dagegen wie ein polarisierter Elektromagnet, wenn es zum Empfangen dient. Fig. 258 giebt eine schematische Darstellung zweier durch eine Leitung verbundenen Telephone. Jedes Telephon enthält einen Stabmagnet *NS*, auf dessen Nordpol ein Elektromagnetkern oder Polschuh *b* von weichem Eisen aufgeschraubt ist. Dieser ist in vielen Windungen mit einem feinen, durch Seidenumspinnung isolierten Kupferdraht umwickelt, von welchem das eine Ende mit der Leitung, das andere mit der Rückleitung oder der Erde verbunden wird. Dem so gebildeten polarisierten Elektromagnet ist in geringem Abstand eine dünne Eisenplatte *a* von $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm Dicke als Anker vorgelagert. Die am Rande festgeklemmte Membran wird auf der äusseren Seite von einer hölzernen Sprech- und Hörmuschel mit runder Öffnung in der Mitte umschlossen.

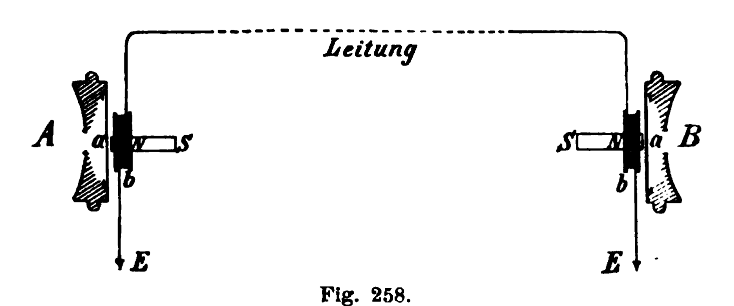


Fig. 258.

Spricht man gegen die Muschel des einen Telephons, so stossen die vom Sprachorgan erzeugten longitudinalen Schallwellen der Luft auf die Membran und versetzen diese in Mitschwingung. Der Vorgang hat Ähnlichkeit mit der bekannten Erscheinung, dass eine Klaviersaite mittönt, wenn ihr Eigenton in das Klavier hineingesungen wird; nur vermag die gespannte Eisenmembran nicht nur ihre Eigentöne, sondern in gewissen Grenzen sämtliche Töne und sogar die komplizierten Schwingungen der Vokale und Konsonanten wiederzugeben.

Die transversal schwingende Eisenplatte erzeugt periodische Änderungen in der Stärke des vom Magnet *NS* herrührenden Feldes. Sie ist nämlich ebenso wie der Eisenkern *b* durch Induktion magnetisch und hat auf der dem Sprechenden zugekehrten Seite Nordmagnetismus. Bei jeder Annäherung an den Kern nimmt ihr Magnetismus zu, bei jedem Zurückgehen nimmt er ab. Damit ändert sich in gleicher Weise der Magnetismus des Dauermagnets und des Kernes *b*: auch dieser wird bei Annäherung der Membran stärker, bei deren Zurückgehen aber schwächer. Oder mit anderen Worten: die Zahl der den Kern *b* und die Drahtspule durchsetzenden magnetischen Kraftlinien nimmt bei jeder Annäherung der Membran zu und bei jedem Zurückgehen ab. Die Grösse der magnetischen Änderung ist genau von der Schwingungsweite der Membran abhängig. Die Änderungen der magnetischen Feldstärke entsprechen daher nicht nur der Zahl, sondern auch der Grösse nach völlig den Schallschwingungen der Membran. Letztere sind übrigens mikroskopisch klein; ihre Weite geht nach den angestellten Versuchen nicht über einige hundertstel Millimeter hinaus.

Die von der schwingenden Membran verursachten Stärkeänderungen des Magnetismus induzieren in der Drahtspule elektrische Ströme, und zwar erzeugt jede Zunahme des Magnetismus einen Strom in bestimmter Richtung, jede Abnahme einen Strom von entgegengesetzter Richtung. Es entstehen also Wechselströme, deren zeitlicher Verlauf genau mit den Schallwellen übereinstimmt; der Stromverlauf würde z. B. durch die Sinuskurve der Fig. 256 dargestellt werden, wenn die Schallwellen von einer Stimmgabel auf die Membran einwirken. Bei zusammengesetzten Tönen (Klängen) und noch mehr bei Sprachlauten sind die Schallwellen und infolgedessen die Kurven der induzierten elektrischen Ströme viel komplizierter. Indes gilt auch dann noch, dass die induzierten Wechselströme den sie erzeugenden Schallwellen genau entsprechen: die Periodenzahl stimmt mit der Schwingungszahl völlig überein, die EMK (und damit die Stromstärke) folgt der jeweiligen Schwingungsweite. Die induzierte EMK erreicht ihren höchsten Wert immer dann, wenn die schwingende Membran durch die Gleichgewichtslage (Ruhelage) geht; sie ist = Null in den Augenblicken, wo die Membran die beiden Grenzlagen einnimmt. Die Wechselströme sind hiernach gegen die Schallwellen und die magnetischen Änderungen um $^1/_4$ Wellenlänge in der Phase verschoben.

Die im Telephon *A*, dem Fernsprecher, induzierten Wechselströme fliessen durch die Leitung zum Telephon *B*, dem Empfänger oder Fernhörer. Dieses wirkt wie ein polarisierter Elektromagnet: die Ströme der einen Richtung verstärken beim Durchlaufen der Drahtspule den Magnetismus des Kernes *b*, die Ströme der anderen Richtung schwächen ihn. Bei jeder Verstärkung wird die Membran kräftiger angezogen und nähert sich dem Pole etwas, bei jeder Schwächung schnellt sie vermöge ihrer Elastizität zurück und geht noch über die Ruhelage hinaus. Es ist leicht einzusehen, dass die Membran hierbei in ganz ähnliche Schwingungen geraten muss, wie sie die Membran des Gebers vollführt: denn die Schwingungszahl muss mit der Periodenzahl des Wechselstroms übereinstimmen, und die Schwingungsweite ist in jedem Augenblicke von der Stromstärke abhängig, kurz, der Wechselstrom überträgt die Bewegungen der Membran in *A* getreu auf die Membran in *B*. Die Transversalschwingungen der Eisenplatte im Telephon *B* teilen sich der umgebenden Luft mit, indem sie in ihr abwechselnd Verdichtungen und Verdünnungen erzeugen, und die so entstandenen longitudinalen Schallwellen der Luft gelangen durch die Öffnung der Hörmuschel zum Ohre des Hörenden.

Die in *B* erzeugten Schallwellen stehen an Schwingungsweite oder Stärke hinter den in *A* gesprochenen erheblich zurück, da die vom Sprachorgan des Sprechenden aufgewendete Energie zum weitaus grössten Teile infolge der mehrmaligen Umsetzung, ferner bei Überwindung des Leitungswiderstandes und durch unvollkommene Isolation der Leitung nutzlos verloren geht. Gleichwohl sind die ankommenden Schallwellen den abgehenden ähnlich, d. h. beide stehen zueinander in einem bestimmten festen Verhältnisse: jede ankommende Welle ist in der Amplitude um einen konstanten Faktor kleiner als die ihr entsprechende abgehende Welle. Die in *B* erzeugten Luftschwingungen müssen daher auf das Ohr des Hörenden, abgesehen von der Stärke, genau denselben Eindruck machen, wie die sie verursachenden Luftschwingungen in *A*. Der Hörende vernimmt also dieselben Töne und Geräusche, Vokale und Konsonanten, kurz eben diejenigen Worte, welche in *A* gegen die Membran gesprochen werden.

Nach den Untersuchungen von WIETLISBACH werden hohe und tiefe Töne allerdings nur dann um dasselbe Verhältnis geschwächt, also genau gleich stark wiedergegeben, wenn der Leitungswiderstand gering ist (etwa bis zu 100 Ohm). Wächst der Leitungswiderstand darüber hinaus, so werden tiefe Töne schwächer übermittelt als hohe Töne. Die Folge davon ist, dass beim Sprechen durch hohe Widerstände hindurch die einen Klang bildenden harmonischen Töne in ungleicher Stärke zum Ohre des Hörenden gelangen; es überwiegen dann die höheren Obertöne und die Klangfarbe wird mehr oder weniger entstellt. Hieraus erklärt sich auch die bekannte Thatsache, dass Sprechende mit hoher Stimmlage am Fernhörer im allgemeinen besser verstanden werden als Personen mit tiefer Stimmlage.

Je stärker (innerhalb gewisser Grenzen) das magnetische Feld ist, in welchem die Eisenmembran schwingt, um so kräftiger wirkt das Telephon sowohl als Geber wie als Empfänger, und um so genauer vermag es die Umsetzung von Schallschwingungen in elektrische Wechselströme und umgekehrt auszuführen. Aus diesem Grunde wurde der Stabmagnet, wie ihn die ersten, 1876 von Bell gebauten Telephone (Fig. 255) enthielten, in den SIEMENSschen Telephonen bald durch einen Hufeisenmagnet ersetzt. Ein solcher erzeugt vor seinen beiden Polschuhen, die beide von je einer Drahtrolle umschlossen sind, ein viel stärkeres magnetisches Feld, dessen Kraftlinien von einem Pole zum anderen vorzugsweise durch die Eisenplatte übergehen. Um einen grösseren Teil der Membran gleichmässig zu magnetisieren und den magnetischen Widerstand zu verringern, giebt man den Polschuhen nicht einen runden, sondern einen flach elliptischen Querschnitt. In den neueren Telephonen sind die Polschuhe oder Kerne meist in 4 Teile (Stifte) zerschnitten, um das Zustandekommen von Wirbelströmen zu hindern.

Im übrigen soll die Stärke des Magnets nach der Grösse und Dicke der Membran bemessen werden; er darf nicht so kräftig sein, dass die Membran fast bis zur Sättigung magnetisiert oder dauernd zu stark durchgebogen wird.

Der Abstand zwischen der Membran und den Polschuhen muss regulierbar sein; beide Teile sind so einzustellen, dass die Membran eben nicht mehr soweit durch die magnetische Anziehung durchgebogen wird, um an den Polen zu kleben, sondern noch Spielraum für ihre Schwingungen hat. Der Abstand beträgt dabei $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ Millimeter.

Für die Wirkung des Telephons als Geber ist es vorteilhaft, die Eisenmembran gross und dick zu machen, damit sie recht weite Schwingungen vollführt und kräftige Induktionsströme erzeugt. Dabei ergiebt sich aber eine Grenze, weil die Membran bei zu grosser Masse den raschen Schallschwingungen nicht mehr genau zu folgen vermag, auch bei stärkeren Bewegungen die nur von der Beschaffenheit der Membran abhängenden sog. freien Schwingungen störend hervortreten. Für Fernhörer ist es umgekehrt zweckmässig, die Membran klein und dünn zu machen, damit sie den schwachen Stromwirkungen leichter folgen kann. Der dünneren Membran entsprechend muss dann auch ein schwächerer Magnet benutzt werden, da das richtige Verhältnis dieser beiden Teile für eine gute Wirkung von Wichtigkeit ist. Die in der deutschen Reichs-Telegraphie benutzten Apparate besassen, solange der Fernsprecher auch als Geber diente, Membranen von $^1/_2$ mm Dicke und waren recht schwer, während in neuerer Zeit die nur als Hörer verwendeten Telephone viel leichtere Magnete und halb so dicke Membranen haben.

Mikrophon.

Das Mikrophon. Beim Telephonieren wird als Geber in der Regel nicht ein Telephon, sondern ein Mikrophon benutzt, weil dieses die Schallwellen kräftiger und deutlicher überträgt als jenes. Der Name Mikrophon bedeutet „Kleintöner" und rührt von seiner Eigenschaft her, schwache Geräusche unter gewissen Umständen verstärkt zu übermitteln. Das Mikrophon besteht in der ihm zuerst 1878 von Professor HUGHES gegebenen Form (Fig. 259) aus drei Kohlenstücken, die an dem senkrechten von zwei recht-

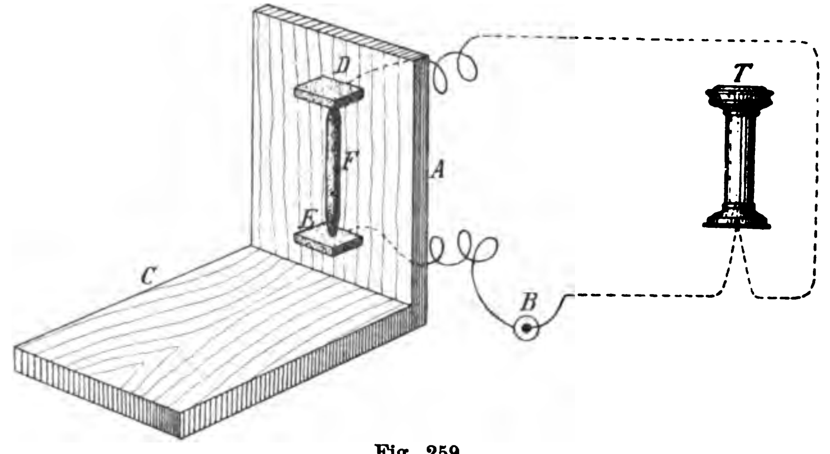


Fig. 259.

winklig aneinander geleimten Resonanzbrettchen *A* und *C* befestigt sind. Die Kohlenstücke *D* und *E* sind angeleimt, und in ihren Einkerbungen ruht lose in senkrechter Stellung das cylindrische, an beiden Enden zugespitzte Kohlenstäbchen *F*. Von den Kohlen *D* und *E* führen zwei Drähte nach einem fernen Telephon *T*; in den Stromkreis ist ausserdem eine kleine Batterie *B* eingeschaltet.

Werden die Brettchen im Geringsten erschüttert, etwa durch Beklopfen oder auch nur durch Bestreichen mit einer Feder, so hört man im Telephon ein entsprechendes Geräusch. Spricht man gegen das Brettchen *A*, so sind die Worte im Telephon deutlich wahrnehmbar. Die Ursache dieser Erscheinung ist die Veränderung des Widerstandes, den der Batteriestrom an den Kontaktstellen des Mikrophons, nämlich da, wo das Stäbchen *F* die Kohlenstücke *D* und *E* berührt, findet. Der Übergangswiderstand an diesen Stellen ändert sich infolge von Erschütterungen des Brettchens, wie sie z. B. die Schallschwingungen der Luft verursachen, fortwährend, indem die Kohlenstücke dabei bald in mehr, bald in weniger innige Berührung kommen. Je inniger die Berührung, um so geringeren Übergangswiderstand findet der Strom, und umgekehrt. Mit den Widerstandsänderungen muss, da die EMK der Batterie dieselbe bleibt, sich die Stromstärke im ganzen Stromkreise fortwährend im gleichen Maasse ändern: jede Widerstandszunahme hat eine Abnahme der Stromstärke, jede Verringerung des Widerstandes ein Anwachsen des Stromes zur Folge.

Wirkt also ein einfacher Ton, der aus regelmässigen Sinusschwingungen der Luft besteht, auf das Mikrophon ein, so wird er den im Stromkreise fliessenden konstanten Strom in einen Wellenstrom von der in Fig. 260 dargestellten Form umwandeln. Der senkrechte Abstand jedes Punktes der

gezeichneten Wellenlinie von der Geraden AB giebt die jeweilige Stärke dieses beständig ab- und zunehmenden Stromes an, während der Abstand der Geraden CD von AB die Stärke des konstanten Stromes darstellt. Der Wellenstrom wirkt auf das eingeschaltete Telephon genau wie ein Wechselstrom: zu dem Magnetismus des Dauermagnets tritt nämlich im Ruhezustande der vom konstanten Batteriestrom erzeugte Magnetismus hinzu, und der letztere wird beim Auftreten von Stromwellen abwechselnd schwächer und stärker. Die Membran des Fernhörers gerät infolgedessen in ähnliche Schwingungen, wie die Platte des gebenden Mikrophons. Die Übertragung von Klängen und gesprochenen Worten geht in gleicher Weise vor sich, nur sind die erzeugten Stromwellen, entsprechend den wirkenden Schallwellen, viel komplizierter.

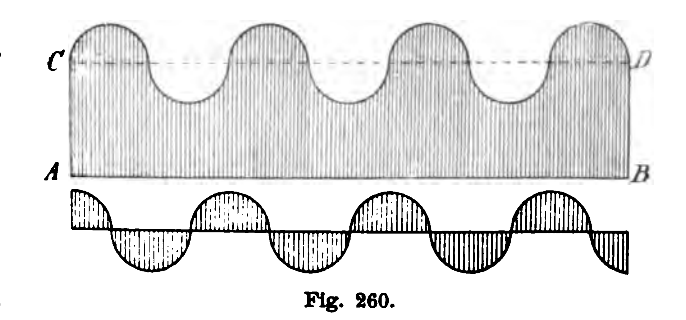


Fig. 260.

Der wichtigste Bestandteil des Mikrophons ist hiernach der Kohlenkontakt, dessen Übergangswiderstand sich genau mit den Schwingungen der Sprechplatte ändern muss. Es genügt schon ein einziger Kontakt, wie ihn die früher viel benutzten Mikrophone von Berliner (Kohlenscheibe mit aufliegendem Kohlenhammer) und Blake (Platinkügelchen und Kohlenscheibe, an je einer Blattfeder sitzend) aufweisen. Der eine Kontaktkörper sitzt entweder unmittelbar an der Rückseite der Sprechplatte, oder er wird, wie bei Blake, leicht gegen diese gepresst. Gegen den ersten Kontakt legt sich der zweite entweder vermöge seiner Schwere oder durch Federkraft. Die Sprechplatte kann aus Metall (Eisen, Messing, Aluminium), Holz, Kohle, Glimmer oder Pergament bestehen. Vor ihr ist ein Schalltrichter angebracht zwecks besserer Zuleitung der Schallwellen. Stärker und sicherer als die einkontaktigen wirken die mehrkontaktigen Mikrophone. Diese sind in zahlreichen Formen nach der von Hughes gegebenen Anordnung hergestellt worden. Das Mikrophon von Ader enthält 5 parallele Reihen von je 2 Kohlenstäbchen, das von Gower 8 sternförmig von einem Kohlenklotz auf der Membranmitte ausgehende Kohlenwalzen, von denen je 4 am Ende untereinander verbunden sind. Im Crossleyschen Mikrophon sind 4 Walzen in Form eines Rhombus verbunden. Das Kohlenwalzenmikrophon der deutschen Reichstelegraphie hat drei parallele Kohlencylinder, die mit Zapfen lose in zwei an der Sprechplatte befestigten Kohlenhaltern gelagert sind.

Dämpfung. — Von Wichtigkeit ist die Vorrichtung zum Dämpfen des Mikrophons. Damit das Mikrophon gut arbeitet, bedarf es nicht nur einer bestimmten, von seiner Bauart abhängigen Stromstärke, sondern es muss auch der Druck an den Kontaktstellen genau geregelt sein. Ist der Kontakt zu lose, so entsteht infolge zu starker Erhitzung der Kontaktstellen beim Sprechen ein schnarrendes Geräusch, das die Verständigung beeinträchtigt oder ganz aufhebt. Bei zu festem Kontakte verhält sich das Mikrophon unempfindlich. Die meisten Sprechmikrophone besitzen daher eine Reguliervorrichtung zum Verstärken oder Verringern der Dämpfung, beim Kohlenwalzenmikrophon z. B. besteht sie aus drei feinen Blattfedern, die mit

einem Ende auf den Kohlenwalzen liegen und mit grösserem oder geringerem Drucke auf sie gepresst werden können.

Körnermikrophone. — Das Streben nach Vermehrung der Mikrophonkontakte führte zum Bau von Körnermikrophonen, in denen der Zwischenraum zwischen zwei parallelen Kohlenscheiben mit Kohlenkörnern gefüllt ist. Der Strom fliesst von der einen Scheibe zur anderen durch die Körner hindurch, die Zahl der Kontaktstellen mit veränderlichem Widerstand ist also sehr gross. Derartige Mikrophone zeichnen sich durch besonders starke Lautwirkung aus und werden daher in neuerer Zeit vorzugsweise benutzt. Es kommt vor, dass Körnermikrophone beim Gebrauch in der Wirkung nachlassen, weil die Körner zusammenbacken oder an den Kontaktstellen verbrannt oder abgeschliffen sind; man beseitigt diesen Fehler durch Drehen oder Beklopfen des Mikrophons.

Schaltung des Mikrophons.

Schaltung des Mikrophons. — Beim Fernsprechbetriebe wird das Mikrophon meist nicht direkt in die Leitung, sondern in einen Ortsstromkreis geschaltet. Dies geschieht aus folgenden Gründen. In der Leitung spricht man bald über mehr, bald über weniger Widerstand hinweg; dementsprechend würde auch die Stromstärke der unmittelbar in die Leitung geschalteten Mikrophonbatterie schwanken, während das Mikrophon, um gut zu wirken, eine bestimmte Stromstärke braucht. Ferner hängen die von den schwingenden Kontakten erzeugten Stromwellen wesentlich von dem Verhältnis ab, in welchem die Widerstandsänderungen an den Kontakten zum Gesamtwiderstande stehen. Nehmen wir einen Stromkreis von 10 Ohm Widerstand mit 1 Kupferelement an, in dem also 0,1 Amp. Strom fliesst, so hat eine Zu- oder Abnahme des Mikrophonwiderstandes um 1 Ohm eine Ab- bezw. Zunahme der Stromstärke um rd. 0,01 Amp. zur Folge. Hat aber der Stromkreis 1000 Ohm Widerstand, so bringt eine Widerstandsänderung um 1 Ohm nur Schwankungen des 0,001 Amp. starken Stromes um 0,000001 Amp. hervor, und wenn auch der Strom durch Verstärkung der Batterie wieder auf 0,1 Amp. gebracht würde, so betrügen die Schwankungen doch nur 0,0001 Amp.

Um sowohl auf grosse, wie auf geringe Entfernungen gute Verständigung zu erzielen, wendet man die in Fig. 261 skizzierte Schaltung an. Hierbei

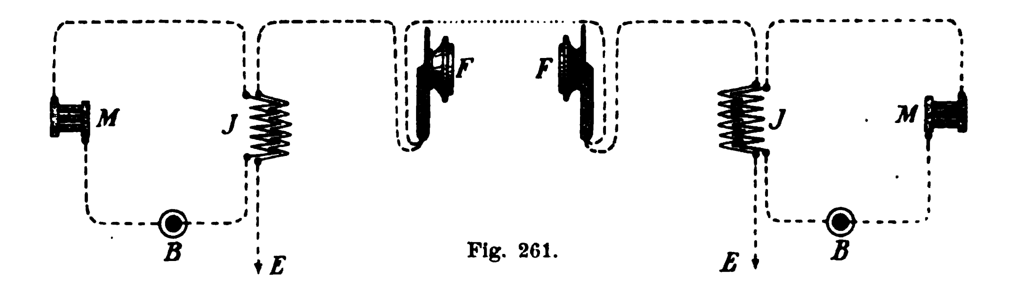


Fig. 261.

ist das Mikrophon *M* mit seiner Batterie und der primären Wicklung der Induktionsrolle *J* zu einem Stromkreise verbunden, in welchem stets, gleich starkes Sprechen vorausgesetzt, auch gleich grosse Stromwellen erzeugt werden, unabhängig vom Widerstande der äusseren Leitung. Auf letztere werden die Stromwellen des Mikrophonkreises durch Induktion übertragen, indem die primäre Wicklung der Rolle *J* in der sekundären Wicklung

Wechselströme induziert. Bei jedem Ansteigen erzeugt der Mikrophonstrom einen Induktionsstrom von entgegengesetzter, bei jeder Abnahme einen solchen von gleicher Richtung. Der Vorgang ist in Fig. 260a veranschaulicht; die obere Kurve stellt den Wellenstrom des Mikrophons, die untere Kurve den induzierten Wechselstrom der sekundären Spule dar. Jener hat immer dieselbe Richtung und ändert sich nur in seiner Stärke, dieser hat abwechselnd positive und negative Richtung und ist dabei um $^1/_4$ Periode gegen jenen in der Phase verschoben. Die Wechselströme gleichen völlig den durch Sprechen in einen Fernsprecher erzeugten Strömen.

Die primäre Spule besteht aus etwa 300 Windungen 0,5 mm starken Drahtes mit 1 Ohm Widerstand, die sekundäre dagegen aus vielen Windungen dünneren Drahtes, z. B. 5300 Windungen von 0,2 mm Draht mit 200 Ohm Widerstand. Die induzierten Ströme besitzen daher eine viel höhere Spannung als der Mikrophonstrom, natürlich bei entsprechend geringerer Stärke, und vermögen infolgedessen sehr viel besser auch grosse Leitungswiderstände zu überwinden.

III. Die Mikrophone.

I. Allgemeines.

Die zahlreichen Arten von Mikrophonen lassen sich auf zwei Grundformen zurückführen: Kontaktmikrophone und Pulvermikrophone.

Die ältesten Mikrophone haben nur wenige Kontaktpunkte. So hat z. B. das erste 1878 von Professor HUGHES erfundene Mikrophon (vgl. Fig. 259) nur zwei Kontaktstellen. Das früher in der Reichs-Telegraphie viel verwendete BELL-BLAKE-Mikrophon besitzt nur e i n e n Kontakt, der einerseits durch einen Platinstift, andererseits durch ein kleines Kohlenstück gebildet wird. Die Kontaktteile werden durch dünne Federn gegeneinander und gegen eine aus elastischem Eisenbleche bestehende Membran leicht angepresst.

Mikrophone von Hughes und Bell-Blake.

Da das BELL-BLAKE-Mikrophon nach Inbetriebnahme längerer Sprechleitungen den gesteigerten Anforderungen nicht mehr genügte, wurde es durch Mikrophone mit mehreren Kontakten ersetzt. Verschiedene Mikrophone dieser Art sind unter Zugrundelegung der von HUGHES gegebenen Anordnung konstruiert worden; zur Verstärkung der Lautwirkung wurde lediglich eine grössere Anzahl von Kohlenstäbchen oder Kohlenwalzen in verschiedener geometrischer Anordnung miteinander verbunden. Hierzu gehören insbesondere die noch jetzt im Fernsprechbetriebe der Reichs-Telegraphie vielfach vorhandenen K o h l e n w a l z e n m i k r o p h o n e.

Auch die K o h l e n s c h e i b e n m i k r o p h o n e sind mehrkontaktige Mikrophone; bei ihnen werden die Kontakte durch eine Anzahl runder Kohlenscheiben gebildet, welche auf Kohlenstäbe lose aufgereiht sind, und deren Ränder sich mit gelindem Drucke gegen eine auf der Rückseite der Sprech-

membran aufgeklebte dünne Kohlenscheibe legen. Kohlenwalzen- und Kohlenscheibenmikrophone geben zwar eine durchaus gute Lautwirkung, indes sind sie hierin durch eine andere Art Mikrophone — die Körnermikrophone — noch überflügelt worden und werden daher nicht mehr beschafft.

Körnermikrophone.

Die Körnermikrophone. — Die Vermehrung der Kontakte bei den Kohlenwalzen-, Kohlenscheiben- und ähnlichen mehrkontaktigen Mikrophonen bringt wegen der damit verbundenen Vergrösserung der vibrierenden Masse keinen grossen Vorteil. Man ging deshalb dazu über, die Kontaktkörper sehr klein zu machen, wodurch bei kleiner Masse eine grosse Anzahl von Kontaktpunkten erhalten wurde. Die hierzu verwendeten Körner bestehen aus Graphit und sind mit einem Stoffe getränkt, der die mikroskopischen Poren ausfüllt. Die Körner sind daher nicht mehr hygroskopisch; sie bleiben leicht beweglich und kleben nicht aneinander fest. In der Reichs-Telegraphenverwaltung werden die neu zu beschaffenden Fernsprechsysteme jetzt ausschliesslich mit Kohlenkörnermikrophonen ausgestattet.

Pulvermikrophone.

Die Pulvermikrophone. — Ihre Konstruktion beruht auf der Eigenschaft ganz feiner Pulver aus Kohle, dass ihr Widerstand bei wechselndem Drucke sich erheblich ändert. Bei wachsendem Drucke nimmt der Widerstand schnell ab, und umgekehrt bei vermindertem Drucke schnell zu. Das hiernach konstruierte Edison-Mikrophon ist ausserordentlich empfindlich. In der Reichs-Telegraphenverwaltung haben Pulvermikrophone bisher keine Verwendung gefunden.

2. Neuere Mikrophone der Reichs-Telegraphenverwaltung.

Kohlenkörnermikrophon von Siemens & Halske.

Das Kohlenkörnermikrophon von Siemens & Halske (Fig. 262). Auf einer Aluminiumplatte, die mit ihrem übergreifenden Rande den Holzring des Mikrophongehäuses umschliesst, ist in der Mitte eine kleine Kohlenplatte *a* aufgeschraubt, an welcher der zur Aufnahme der Kohlenkörner dienende kleine Seidenbeutel *b* befestigt ist. Den hinteren Abschluss des Beutels bildet die gereifelte Kohlenscheibe *c*, deren kleine Öffnung *d* zunächst zum Einfüllen der Kohlenkörner benutzt und dann durch eine zur Befestigung eines Zuführungsdrahts dienende Schraube verschlossen wird. Der zweite Zuführungsdraht liegt an einer Befestigungsschraube des Messingdeckels, welcher die Rückwand des Mikrophongehäuses bildet. Dieser Deckel ist mit der Aluminiummembran durch ein Stanniolband leitend verbunden, welches durch den Holzring des Gehäuses einerseits gegen die Membran und andererseits gegen den Messingdeckel gepresst wird. Die Berührungsstellen der Kohlenkörner untereinander und mit den beiden Kohlenscheiben bilden die veränderlichen Kontakte des Mikrophons.

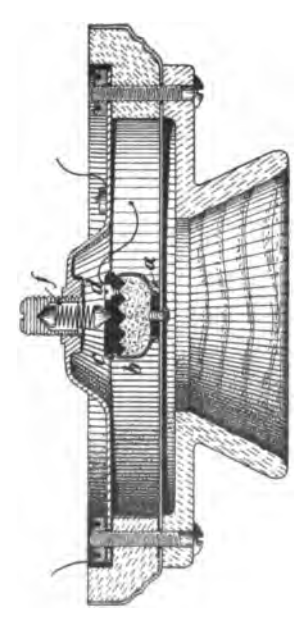


Fig. 262.

Reguliervorrichtung. — Die mit einem Wattestückchen gefüllte Spiralfeder *f* ist mit jedem Ende an einen kleinen Ebonitkonus gelegt. Der

eine Konus greift in eine Vertiefung der hinteren Kohlenscheibe, der andere in eine Vertiefung einer in den Messingdeckel eingesetzten Schraube. Durch Drehen der aus dem Deckel nach rückwärts herausragenden Schnittschraube kann der Druck der Schraubenvorrichtung auf die Spiralfeder verstärkt oder verringert werden. Hierdurch wird auch der Druck zwischen den Kohlenscheiben und den Kohlenkörnern innerhalb gewisser Grenzen geregelt. Die Reguliervorrichtung wirkt dämpfend auf die Schwingungen der Sprechplatte; sie greift central an, d. h. im Mittelpunkte der hinteren Kohlenscheibe und gegenüber dem Mittelpunkte der Sprechplatte.

Kohlenkörnermikrophon von Mix & Genest.

Das Kohlenkörnermikrophon von Mix & Genest (Fig. 263 a u. b). Die neueste von der Reichstelegraphie angenommene Mikrophontype dieser Firma besteht aus einer durch die Membran geschlossenen Blechkapsel *M*, die nach dem Abnehmen des Schalltrichters *T* von dem metallenen Behälter *K* leicht ausgewechselt werden kann. Die Membran *m* besteht aus einer dünnen Kohlenscheibe; sie ist auf der vorderen Seite in ihrem mittleren Teile zum Schutz gegen Feuchtigkeit mit Nickelpapier beklebt und vor Beschädigungen durch ein die hintere Öffnung des Schalltrichters begrenzendes feines Drahtnetz geschützt. Der umgebogene Rand der Mikrophonkapsel *M* umfasst die Kohlenmembran und hält sie so in ihrer Lage fest. Mit einem im Innern der Kapsel befindlichen gereifelten Kohlenklötzchen *k* ist die Membran durch einen Stoffring *f* so verbunden, dass ein geschlossener Behälter *g* zur Aufnahme der Kohlenkörner entsteht.

Reguliervorrichtung. — Zur Dämpfung der Eigenschwingungen der Membran dient der Pfropfen *p'* aus Wollstoff, der in der Mitte des Kohlenklötzchens befestigt ist und sich leicht gegen die Membran anlegt. Die Regulierung dieser Dämpfungsvorrichtung erfolgt durch die Blattfeder *n*, auf welcher das Kohlenklötzchen *k* aufgeschraubt ist; die Blattfeder kann mittelst der Schraube *s* nach Bedarf gespannt werden.

Änderungen in der Dämpfung sind mit Vorsicht zu bewirken, da durch zu festes Anziehen der Schraube *s* die Kohlenmembran leicht zerbrochen werden kann. —

Die Feder *n* ist durch isolierte Bolzen an dem Boden der Mikrophonkapsel *M* befestigt; durch diese Bolzen steht sie aber mit der ebenfalls von der Kapsel isolierten äusseren Feder *n'* in leitender Verbindung.

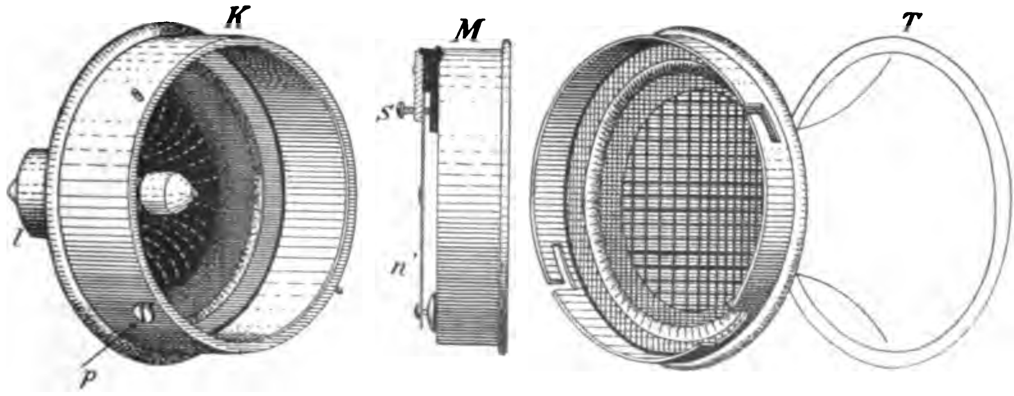


Fig. 263 a.

Nach erfolgter genauer Einstellung des Mikrophons wird die fertige Mikrophonkapsel in den metallenen Behälter *K* eingelegt, der in der Holzrosette *H* drehbar gelagert ist. Sodann wird der Schalltrichter mittelst Bajonettverschlusses aufgesetzt und durch Anziehen der Pressschraube *p* festgelegt. Die Mikrophonkapsel tritt hierbei mit dem Behälter *K* in leitende Verbindung und die äussere Feder *n'* legt sich gegen die Spitze des Bolzens *O*, der leicht verschiebbar durch ein Ebonitfutter im Drehzapfen *l* des

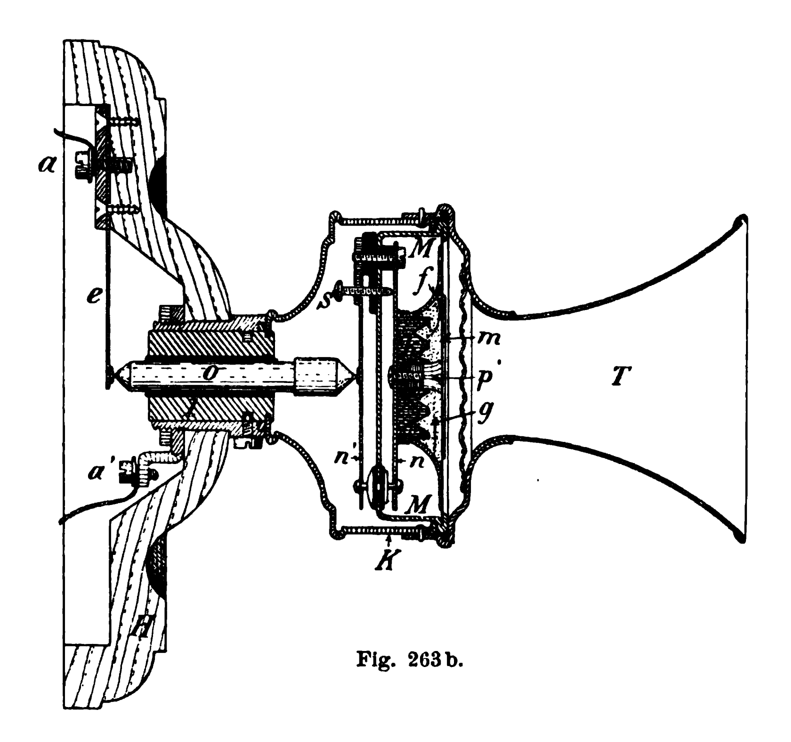


Fig. 263 b.

Metallbehälters *K* hindurchgeführt ist und sich mit seinem anderen Ende gegen die an der Mikrophonzuführungsklemme *a* angebrachte Blattfeder *e* anlegt.

Für den Mikrophonstrom ergiebt sich also folgender Stromweg: + Pol — Zuführungsklemme *a* — Feder *e* — Bolzen *o* — Federn *n'* und *n* — Kohlenklötzchen *k* — Kohlenkörner — Membran — Kapsel *M* — Behälter *K* — Zuführungsklemme *a'* und — Pol.

Durch Drehung des Schalltrichters lässt sich die Mikrophonkapsel mit dem Kohlenbeutel bewegen; es ist also möglich, die Lage der Kohlenkörner von Zeit zu Zeit zu ändern und hierdurch einem Festbacken vorzubeugen. Ein mehrmaliges Umdrehen des Schalltrichters stellt in der Regel bei Mikrophonen, deren Wirkung beim Gebrauche nachgelassen hat, wieder eine gute Lautübertragung her.

Kohlenkörnermikrophon von Stock & Cie.

Das Kohlenkörnermikrophon von Stock & Cie. (Fig. 264 a u. b). Durch den Boden einer vernickelten Messingkapsel *K*, die mittelst des Metallzapfens *l* drehbar in der Holzrosette *H* eingelagert ist, greift isoliert ein Metallhalter *o* mit einer Kohlenscheibe *k*, auf der ein Filzring *f* zur Aufnahme der Kohlenkörner *g* befestigt ist. Gegen den Halter legt sich eine an dem Holzgehäuse der Kapsel angeschraubte Blattfeder *e*, mit welcher der eine Zuführungsdraht *a* verbunden ist.

Reguliervorrichtung. Den vorderen Abschluss des Kohlebehälters bildet eine als Membran dienende dünne Kohlenscheibe *m*. Diese ist auf der vorderen Seite lackiert und wird mittelst einer zwischen dem Metallringe *c* und der Membran angeordneten Ringfeder *r*, welche sich durch festeres oder

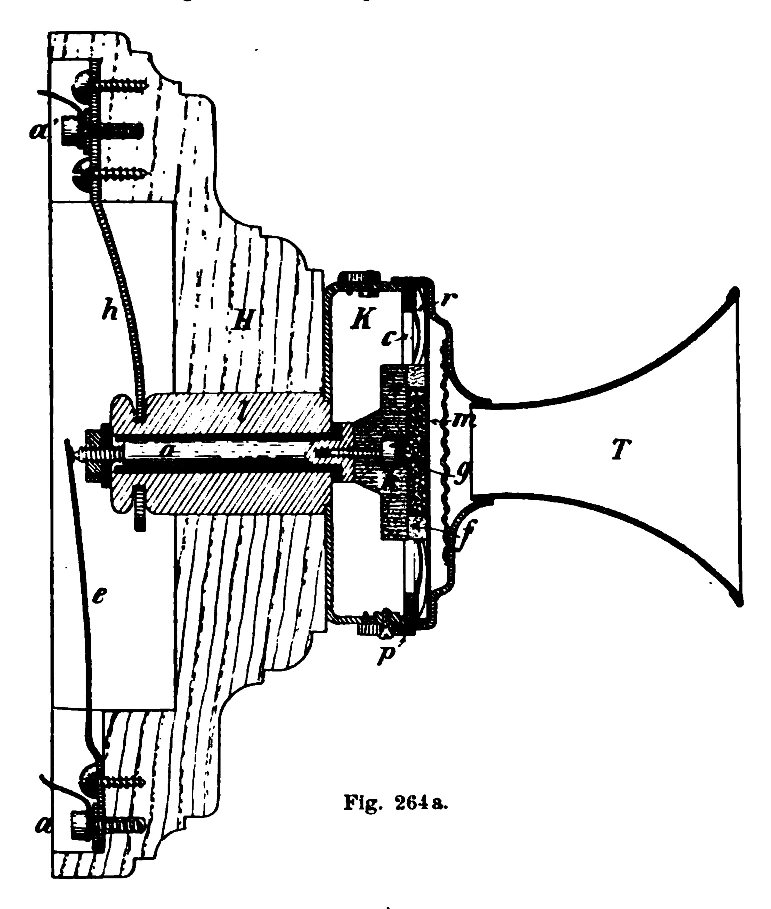


Fig. 264a.

loseres Aufschrauben des metallenen Schalltrichters regulieren lässt, mehr oder minder stark gegen die Kohlenkörner gepresst. Nach erfolgter Ein stellung wird der Schalltrichter *T* durch Festschrauben eines an der Seitenwand der Kapsel befindlichen Metallstücks *p* mit der Kapsel unwandelbar verbunden. Bei Drehung des Schalltrichters nimmt dann die drehbar in das Holzgehäuse eingelagerte Kapsel an der Bewegung teil. Die Lage der Kohlenkörner kann also auch bei diesem Mikrophon nach Bedarf verändert werden.

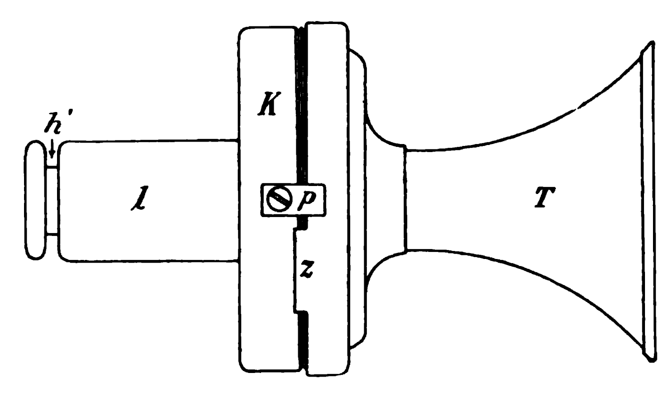


Fig. 264b.

Der zweite Zuführungsdraht *a'* ist an eine kräftige Blattfeder *h* angeschraubt, deren gabelförmig ausgearbeitetes Ende in die Nute *h'* des Metallzapfens *l* eingreift. Die Drehbarkeit des Schalltrichters wird durch den gegen das Metallstück *p* anschlagenden Zahn *z* in beiden Drehrichtungen begrenzt. Hierdurch wird einerseits dem Zerbrechen der Membran durch zu festes Aufschrauben des Schalltrichters und andererseits dem Herausfallen der Kohlenkörner durch vollständiges Entfernen der Membran vom Filzringe vorgebeugt.

Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner.

Das Kohlenkörnermikrophon von J. Berliner (Fig. 265). Durch den Boden einer vernickelten Messingkapsel greift isoliert ein Schraubenkörper als Träger für eine Kohlenscheibe, welche grösser und stärker ist als bei den vorbeschriebenen Mikrophonen. Auf der vorderen Seite ist die Kohlenscheibe mit konzentrischen, vertieften Ringen versehen, in welche feine Kohlenkörner eingestreut sind. Ein am Rande der Scheibe befestigter Filzring verhindert das Herausfallen der Kohlenkörner, die in einer dichten Lage die ganze Kohlenscheibe bedecken. Den vorderen Abschluss bildet eine feine, auf ein Glimmerblatt aufgeklebte Kohlenscheibe, welche in den Kapseldeckel eingelegt und durch Aufschrauben des Deckels gegen die Kohlenkörner angepresst wird.

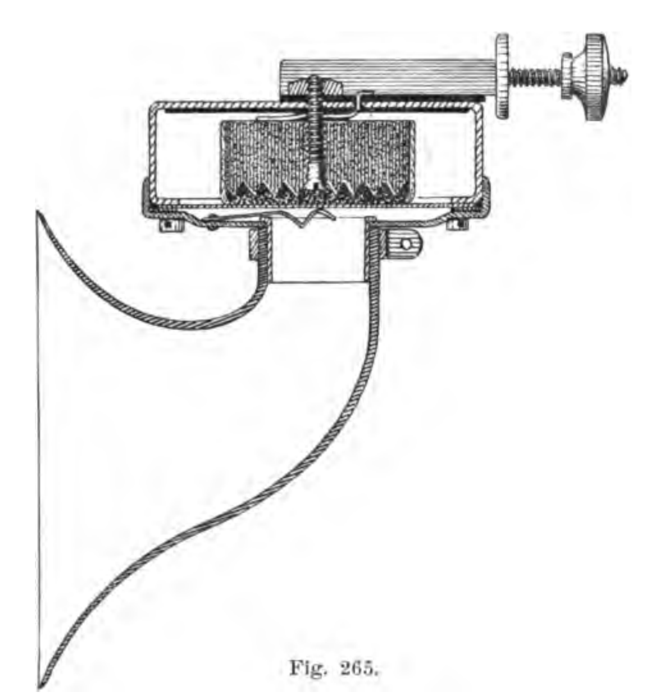


Fig. 265.

Als Dämpfung der Eigenschwingungen der Membran dient eine schwache, auf die Glimmerplatte drückende Feder. Eine Reguliervorrichtung ist nicht vorhanden.

Das Berliner sche Mikrophon giebt eine so kräftige Lautwirkung, dass es für den Nahverkehr zu empfindlich ist; für den Fernverkehr leistet es dagegen vorzügliche Dienste. Es werden daher auf Wunsch der Teilnehmer bei Sprechstellen, die einen regen Fernverkehr unterhalten, pultförmige Gehäuse mit solchen Mikrophonen und einem Fernhörer mit Schalthebel aufgestellt. Durch Niederdrücken des Schalthebels kann die sekundäre Wicklung der Induktionsrolle beim Hören ausgeschaltet werden, wodurch eine wesentliche Verstärkung der Lautwirkung erzielt wird.

In besonderen Fällen kommen auch Berliner sche Mikrophone auf einem Holzbrettchen montiert in Verbindung mit den Wandgehäusen zur Aufstellung. Durch einen neben dem Wandgehäuse angebrachten Kurbelumschalter kann der Fernsprechteilnehmer entweder das Mikrophon des Gehäuses oder das Berliner sche Mikrophon einschalten.

3. Ältere Mikrophone der Reichs-Telegraphenverwaltung.

Kohlen-scheiben-mikrophon.

Das Kohlenscheibenmikrophon. Auf dem Boden einer aus Messing gestanzten Kapsel sind zwei Ebonitbalken mit zwei wagerecht eingelagerten Kohlenwalzen befestigt. Jede Kohlenwalze steht über eine Blattfeder mit einem Zuführungsdraht in Verbindung. Auf die Walzen sind je sechs mit grossen, kreisförmigen Öffnungen versehene runde Kohlenscheiben lose aufgereiht; ihnen gegenüber ist die aus Aluminium bestehende Sprechmembran so angeordnet, dass die Ränder der Kohlenscheiben sich mit geringem Drucke gegen die auf der Rückseite der Membran aufgeklebte dünne Kohlenscheibe legen. Die Punkte, in welchen die Kohlenscheiben einerseits die Membran, andererseits die Kohlenwalzen berühren, bilden die veränderlichen Kontakte des Mikrophons. Der Strom fliesst von der einen Walze über die aufgereihten Scheiben zur Membran und weiter über die Scheiben der anderen Walze zu dieser.

Reguliervorrichtung. — Die Sprechplatte ist am Rande zwischen einem Messingring und einer im mittleren Teile etwas nach vorn gewölbten Messingscheibe festgeklemmt. Der Messingring ist aber mittelst eines feinen Gewindes in den Rand der Messingkapsel eingelassen, sodass durch Drehen des Ringes oder der Scheibe die Membran nach Bedarf mit grösserem oder geringerem Drucke gegen die Kohlenscheiben gepresst werden kann. Zum Schutze der Membran ist der auf die Messingscheibe aufgesetzte Schalltrichter aus Papiermasse an seiner hinteren Öffnung mit einem feinen Drahtsieb überspannt.

Kohlen-walzen-mikrophon.

Das Kohlenwalzenmikrophon. Die Sprechplatte aus feinfaserigem Tannenholz ist am Rande mit einem auf beide Flächen übergreifenden Gummistreifen bedeckt und zwischen zwei Messingringen eingeklemmt. Die in Fig. 182 schematisch dargestellten Kohlenkontakte bestehen aus zwei Kohlenhaltern von quadratischem Querschnitt und drei Kohlenwalzen, welche mit ihren Zapfen in Bohrungen der Kohlenhalter leicht beweglich eingelagert sind. Die Kohlenhalter sind mittelst je zweier Schraubenbolzen mit aufgesetzten Muttern auf der Membran befestigt; zwei diagonal gegenüberstehende Schraubenbolzen dienen zur Aufnahme der Zuführungen für den Mikrophonstromkreis. Der Schalltrichter ist von Holz.

Reguliervorrichtung. — Von den zur Befestigung der Membran dienenden Messingringen trägt der hintere zwei konische Ansätze, auf welche eine aus zwei Teilen bestehende Blattfeder aufgeschraubt ist. Die beiden Teile verbindet ein Ebonitstück; in dieses sind verstellbar drei schmale Federn aus Stahl — die Dämpferfedern — so eingelassen, dass sich jede an die ihr gegenüber befindliche Kohlenwalze leicht anlegt. Die beiden Befestigungsschrauben der Blattfedern sind mit Schraubenmuttern versehen. Durch Regulierung der Schraubenmuttern kann man die Dämpferfedern mehr oder weniger fest gegen die Kohlenwalzen drücken.

4. Mikrophone der bayerischen und der württembergischen Telegraphenverwaltung.

Neben den älteren Kohlenstab- und Kohlenwalzenmikophonen sind neuerdings in Bayern allgemein Kohlenkörnermikrophone zur Verwendung gekom-

men. Am verbreitetsten sind das Mikrophon von BERLINER (vgl. S. 374) und das Mikrophon von HUNNING.

Mikrophon von Hunning.

Das Mikrophon von Hunning (Fig. 266). Die senkrecht stehende Membran *m* aus dünnem vergoldeten Messingblech trägt gegenüber dem mit einem Filzbande *b* umgebenen Kohlencylinder *k* eine kleinere ebenfalls vergoldete, mit einer Anzahl Erhöhungen versehene Messingscheibe m_1. Der durch die Reifelung des Kohlencylinders zwischen ihm und der Membran gebildete Rand ist mit Kohlenkörnern gefüllt. Ein an der Scheibe m_1 befestigtes Stück Gummischlauch *l* verhindert, dass die Kohlenkörner in die

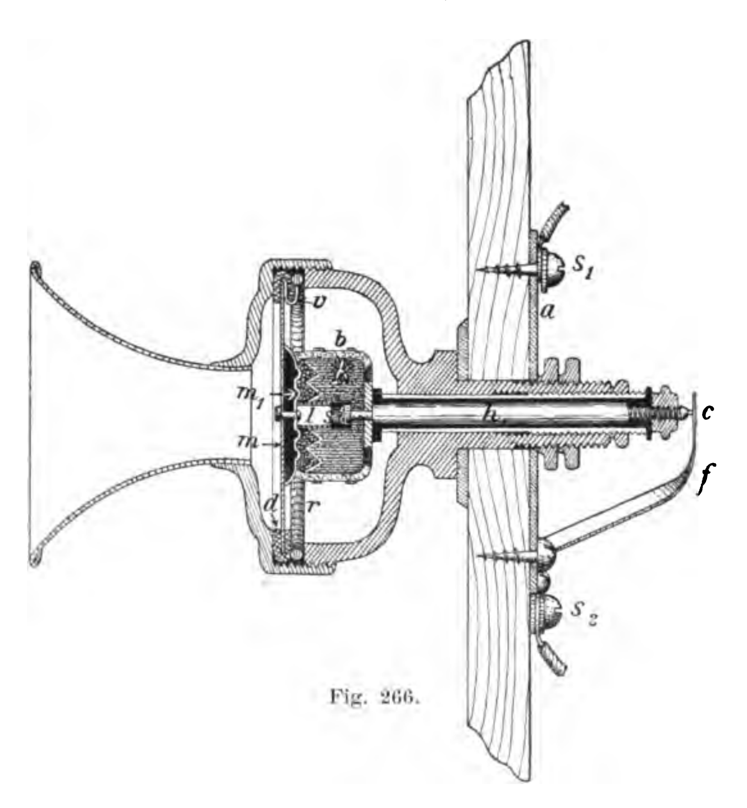


Fig. 266.

für die Befestigungsschraube *s* vorhandene Durchbohrung des Kohlencylinders hineinfallen. Es dämpft ferner auch die Schwingungen der Membran, über deren Rand auf beiden Seiten zu demselben Zwecke ein Gummidämpferring *d* gezogen ist. Die Membran wird nach Unterlegung eines Messingringes *r* durch Aufschrauben des einen Metallschalltrichter tragenden Kupferdeckels am Rande der massiven Mikrophonkapsel festgelegt.

Der Kohlencylinder *k* ist durch die Schraube *s* an einem durch ein Ebonitrohr isolierten Messingarm *h* befestigt; durch eine besondere Verschraubung kann der Abstand des Kohlencylinders von der Membran in gewissen Grenzen reguliert werden.

Die Mikrophonkapsel ist in das Fernsprechgehäuse drehbar eingelagert. Die eine Mikrophonzuführung wird durch die Holzschraube s_1 an das Messingblech *a* gelegt und steht über dieses, die Mikrophonkapsel, den Ring *r* und den Draht *v* mit der Membran in gut leitender Verbindung. Die zweite Mikrophonzuleitung führt über die Schraube s_2 an die aufwärts gebogene

starke Messingfeder *f*, die sich fest an den Platinkontakt *c* des Dornes *h* anlegt, und über den Dorn weiter zu den Kohlenkörnern.

Mikrophone der württembergischen Telegraphenverwaltung. Neben den älteren Kontaktmikrophonen von BLAKE und BERLINER kommt jezt in Württemberg hauptsächlich das unter dem Namen Universaltransmitter bekannte Kohlenkörnermikrophon von BERLINER (vgl. S. 374) zur Verwendung.

5. Mikrophone anderer Länder.

Mikrophone der österreichischen Staatstelephonanlagen. In den österreichischen Fernsprecheinrichtungen werden jetzt ausschliesslich Mikrophone von BERLINER, DECKERT & HOMOLKA, sowie CZEIJA & NISSL verwendet.

Mikrophon von Deckert & Homolka in Wien.

Mikrophon von Deckert & Homolka in Wien (Fig. 267). — Bei diesem Spitzenmikrophon liegt die massivere Kohlenscheibe in einer runden Ebonitdose und ist an deren Boden durch eine Schraube befestigt. Auf der Kohlenscheibe befinden sich etwa 50 vierseitige Kohlenpyramiden angeordnet, auf den Spitzen der mittleren Pyramiden sind kleine elastische Stoffpinsel angeklebt. Die Membran besteht aus einer feingeschliffenen dünnen Kohlenplatte, auf welche ein Wattering aufgeklebt ist. Sie wird durch den metallischen Dosendeckel, der an seinem inneren Rande mit einem Tuchring versehen ist, auf dem vorderen mit einer Messingfassung versehenen Rande der Ebonitdose festgelegt. Zum Schutze der Membran wird die hintere Öffnung des auf die Ebonitdose aufgeschraubten Schallbechers aus Ebonit durch ein feinmaschiges Drahtnetz abgeschlossen.

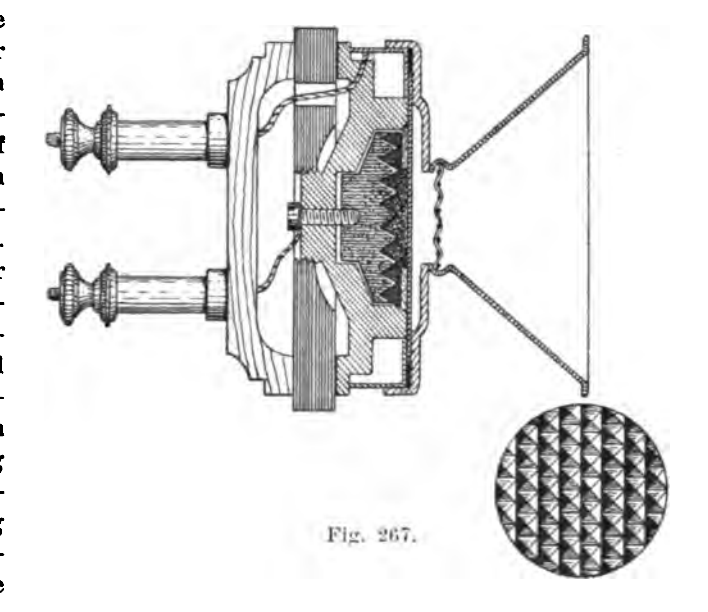


Fig. 267.

Der Raum zwischen den Kohlenpyramiden und der Membran ist mit Kohlenkörnern ausgefüllt, die durch den Wollring der Membran zusammengehalten werden. Die auf den Pyramiden befestigten Stoffpinsel verhindern das Steckenbleiben eines Kohlenkörnchens zwischen Pyramidenspitze und Membran, d. h. den Kurzschluss des Mikrophons.

Mikrophon von Czeija & Nissl.

Mikrophon von Czeija & Nissl (Fig. 268). — In ein vernickeltes Metallgehäuse ist eine Ebonitdose eingesetzt und in diese eine runde Hartkohlenplatte mit acht eingeschnittenen horizontalen Längsriefeln eingelagert. Der obere Rand der Ebonitdose ragt etwas über die Kohlenelektrode hervor; der hierdurch zwischen den Riefeln und der Membran gebildete Raum ist

mit Kohlenkörnern ausgefüllt. Die durch den Gehäusedeckel auf die Dose aufgepresste Membran besteht aus vier Teilen: einem Dämpferring *d*, der den Kohlenkörnern zugekehrten Kohlenscheibe *k*, einer isolierenden Scheibe *s*, deren Durchmesser kleiner als der Kohlenscheibendurchmesser ist und demnach den Rand der Scheibe frei läst, sowie einer Metallmembran *m*, welche bei aufgeschraubtem Deckel in unmittelbare Berührung mit der Kohlenscheibe kommt. Der Metalldeckel und das Gehäuse stehen also in leitender Verbindung mit der Membran; die Zuführung zur anderen Elektrode bildet eine durch den Boden der Ebonitdose hindurch in die geriefelte Kohlenplatte eingreifende Schraube.

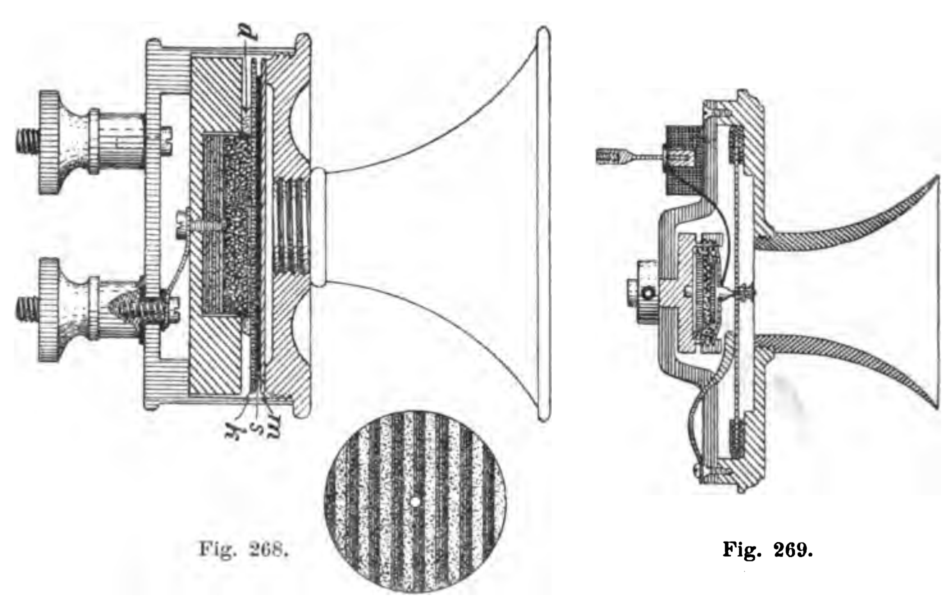


Fig. 268. Fig. 269.

Der Solidback.

Der Solidback (Fig. 269). Dieses Körnermikrophon findet hauptsächlich in Amerika Anwendung, wo es von der Western Electric Company gebaut wird. Es kann bei den verschiedensten Stromstärken benutzt und daher auch ohne Induktionsspule unmittelbar in die Fernsprechleitung eingeschaltet werden. Bei seinem im Gegensatz zu anderen Mikrophonen hohen Widerstande von 50 Ohm liefert es doch bereits bei 50 Milliampere Stromstärke eine genügende Sprechverständigung. Es verträgt aber auch bedeutend höhere Stromstärken und giebt dann eine entsprechend stärkere Lautwirkung. Als Batterie für den primären Mikrophonstromkreis kommen meist drei bis vier Elemente zur Verwendung; hierbei genügt ein leises Hineinsprechen in den Schalltrichter.

Der Vorzug des Solidbackmikrophons besteht hauptsächlich darin, dass die Kohlenkörner luftdicht zwischen zwei Kohlenplatten in einer kleinen Messingkapsel eingeschlossen sind. Die Kohlenkörner können also nicht feucht werden, daher kommt das die Sprechverständigung so sehr beeinträchtigende Zusammenbacken viel seltener vor, als bei anderen Körnermikrophonen. Nur wenn ein zu starker Strom längere Zeit durch das Mikrophon gegangen ist, backen die Körner ebenfalls zusammen. Die vordere Kohlenplatte liegt mit ihrem Rande auf einem Glimmerringe auf und ist durch eine Metallschraube an der Eisenblechmembran befestigt.

Das Mikrophon von Hipp. Die Kohlenkörner dieses Mikrophons sind in einer rechteckigen flachen Holzkammer eingeschlossen. Dünne Scheiben aus Platinblech, welche einander gegenüberliegende runde Öffnungen der Kammerwände abschliessen, übertragen die Schallschwingungen der Luft auf die Kohlenkörner. Das birnenförmige Mikrophongehäuse ist durch eine Pergamentmembran abgeschlossen, durch welche die Wirkung der Schallschwingungen auf die Platinscheiben gedämpft wird. Das Mikrophon kann bei Verwendung einer entsprechend starken Batterie ebenfalls ohne Induktionsspule in die Leitung eingeschaltet werden.

Mikrophon von Hipp.

Das Mikrophon der American Bell Telephon Comp. (Fig. 270). Die horizontal liegende Membran besteht aus dünnem Platinblech und bildet

Mikrophon d. American-Bell-Telephon-Comp.

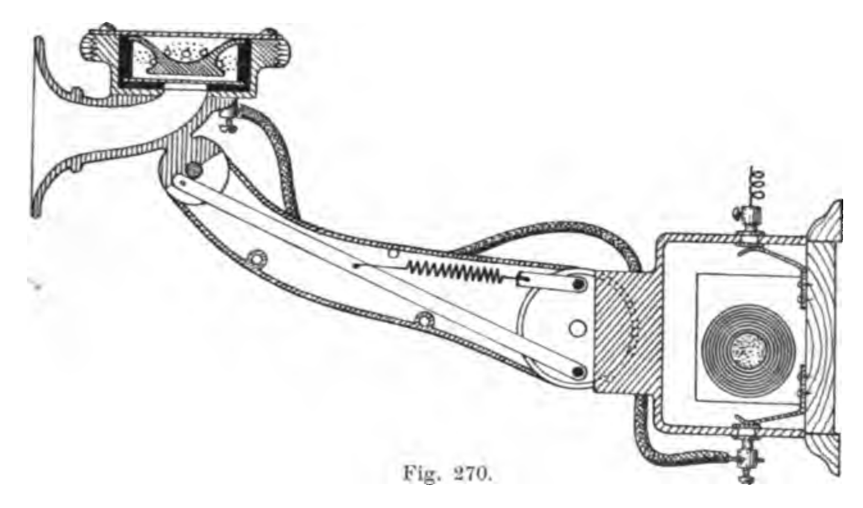


Fig. 270.

den Boden der Mikrophonkapsel, deren Wandungen aus Hartgummi oder Fiber gefertigt sind. In die mit Kohlenkörnern gefüllte Kapsel hinein ragt eine sogenannte Siebelektrode, welche aus vergoldetem Messing besteht und eine ringförmig gebogene Fläche bildet.

6. Die Induktionsrollen der Mikrophone.

Sie bestehen aus dem Eisenkerne, der primären Wicklung und der sekundären Wicklung.

Der Eisenkern. — Sein Magnetismus muss den Stromschwankungen genau folgen; zur Herstellung des Eisenkernes werden daher dünne, ausgeglühte Drähte aus weichstem Eisen verwendet, die keinen remanenten Magnetismus zeigen. Die Grösse des Eisenkernes wird durch die Stärke des Mikrophonstroms bedingt. Für den bis 1 Ampere starken Strom der Körnermikrophone sind zweckmässig Eisencylinder von 12 cm Länge und 1,5 cm Durchmesser zu verwenden. Bei den Kohlenwalzen- und Kohlenscheibenmikrophonen können die Kerne entsprechend der geringeren Stromstärke kürzer oder schwächer sein.

Der Eisenkern.

Die primäre Wicklung. — Sie richtet sich nach der Stromstärke und dem Kontaktwiderstande. Ihr Widerstand soll im allgemeinen nicht grösser sein, als etwa $^1/_{10}$ des Kontaktwiderstandes. Gewöhnlich wird

Die primäre Wicklung.

0,5 mm starker isolierter Kupferdraht mit einem Widerstande von 1 Ohm in zwei bis drei Lagen auf eine den Eisenkern umschliessende Holzspule gewickelt.

Die sekundäre Wicklung.

Die sekundäre Wicklung. — Über die primäre Wicklung wird ebenfalls isolierter, aber dünnerer Kupferdraht in so vielen Umwindungen aufgebracht, dass der induzierte Strom hinreichende Spannung erhält, um im Empfänger deutlich zu wirken. Der Widerstand der sekundären Wicklung beträgt in der Regel etwa 200 Ohm.

Ein Lackledérüberzug schützt die Drahtrolle gegen äussere Beschädigung.

7. Fehler in den Mikrophonen.

Sie sind auf mangelhafte Mikrophonkontakte, verbogene oder gesprungene Membranen, abgebrochene oder locker gewordene Verbindungsdrähte, beschädigte Wicklungen der Induktionsrolle oder mangelhafte Batteriekontakte zurückzuführen.

Ein zu grosser Übergangswiderstand zwischen den Mikrophonkontakten schwächt die Lautwirkung. Sind die Kontakte infolge loser Einstellung zu beweglich, so tritt bei der Lautübertragung ein schnarrendes Nebengeräusch auf, welches die Verständigung beeinträchtigt. Sind dagegen infolge zu fester Einstellung oder nach längerem Gebrauche die Kontakte nicht mehr beweglich genug, sodass z. B. bei den Körnermikrophonen die Kohlenkörner zusammenkleben, so überträgt das Mikrophon die Sprache nur noch unvollkommen oder es versagt gänzlich. Dies ist auch der Fall, wenn die Kontaktstellen oxydiert sind, und wenn vollständige oder unvollständige Unterbrechungen in den Kohlenkontakten, den Verbindungsdrähten, der primären Wicklung der Induktionsrolle oder an den Batteriekontakten vorliegen.

Der Übergangswiderstand in den Mikrophonen lässt sich mit Hülfe der Wechselstrommessbrücke leicht ermitteln.

Bei den Körnermikrophonen kann man durch Klopfen auf das Mikrophon oder durch mehrfaches Drehen desselben die bei längerem Gebrauch an den Körnern gebildeten Aschenteilchen beseitigen. Durch die Erschütterung treten neue Kohlenteilchen in Berührung, auch fallen die zusammengebackenen Kohlenkörner auseinander.

Sind aus einem Kohlenkornmikrophon Körner in grösserer Menge herausgefallen, so kann nur noch eine mühsame Verständigung erzielt werden, wobei ein eigentümliches Geräusch wie beim Klopfen auf ein zersprungenes Gefäss auftritt.

Membranen, die verbogen oder gesprungen sind, vermögen die Schallschwingungen nicht mehr genügend stark, genau und gleichmässig auf die Kontakte zu übertragen; die Folge ist eine mangelhafte Lautwirkung.

IV. Die Telephone.

1. Allgemeines.

Einpolige Fernhörer. — Die ältesten Telephone von Bell sind einpolig; sie enthalten einen Magnetstab, dessen eines Ende mit einem cylindrischen Polschuh aus weichem Eisen versehen ist. Um den Polschuh ist in vielen Windungen feiner isolierter Kupferdraht gewickelt; vor ihm ist eine Membran aus dünnem Eisenblech in dem Holzgehäuse des Fernsprechers festgeklemmt.

Einpolige Fernhörer.

Zweipolige Fernhörer. — An Stelle des einfachen Stabmagnets kamen bald Hufeisenmagnete zur Verwendung. Auf beide Pole des Hufeisenmagnets wurden Eisencylinder aufgesetzt und mit feinem isoliertem Kupferdraht umwickelt. Die Polschuhe erhielten an Stelle des kreisrunden einen stark abgeflachten elliptischen Querschnitt. Bei dieser Anordnung wird ein grösserer Teil der Membran gleichförmig magnetisiert und auch der magnetische Widerstand geringer, als bei den einpoligen Fernhörern.

Zweipolige Fernhörer.

2. Die Fernhörer der Reichs-Telegraphenverwaltung.

Der bei der Reichs-Telegraphenverwaltung früher allgemein gebräuchliche und vereinzelt noch im Betriebe befindliche Fernhörer gerader Form von Siemens & Halske (vgl. Fig. 173) ist ein zweipoliger Fernhörer. Als Sender vermochte dieses Telephon gute Dienste zu leisten, als Empfänger war es bei einem Gewichte von ungefähr 1 kg zu schwer.

Fernhörer gerader Form von Siemens & Halske.

Die gegenwärtig gebräuchlichen Fernhörer sind ebenfalls zweipolig; die Polschuhe stehen jedoch nicht in der Verlängerung, sondern senkrecht zu den Schenkeln des Magnets. Die Schallöffnung konnte infolgedessen seitlich angebracht werden, wodurch das Halten des Fernhörers beim Gebrauch erleichtert wird. Bei den neueren Formen ist der Hufeisenmagnet durch einen Ringmagnet ersetzt. Ferner ist das Gewicht der nicht wirksamen Teile so herabgemindert worden, dass das neueste von der Telegraphenapparatwerkstatt des Reichspostamts konstruierte und für die Folge ausschliesslich zur Verwendung kommende Modell 1900 bei vorzüglicher Lautwirkung nur noch 455 g wiegt.

Fernhörer m. seitlicher Schallöffnung.

Der Fernhörer M. 1900 (Fig. 271 a u. b). Das Magnetsystem. — Es ist in einer Kapsel von vernickeltem Messing untergebracht, die vorn durch einen als Hörrohr dienenden Holzring abgeschlossen ist. Zwei halbkreisförmige magnetische Ringscheiben A und B aus bestem Wolframstahl sind, mit ihren gleichnamigen Polen zusammenstossend, zu einem Ringe zusammengelegt und durch die Unterlegeplatten der Polschuhe verbunden. Die Polschuhe aus weichem Eisen haben eine elliptische Form und sind zur Verhütung des Entstehens von Wirbelströmen in vier Teile gespalten.

Fernhörer M. 1900 mit Ringmagnet.

Die Umwindungen bestehen aus 0,1 mm starkem isoliertem Kupferdrahte mit einem Gesamtwiderstande von etwa 200 Ohm und sind durch einen grünen Seidenüberzug geschützt.

Die einzelnen Teile des Magnetsystems sind derart miteinander verschraubt, dass das ganze System in einem Stücke aus dem Gehäuse herausgenommen werden kann, sobald nur die beiden die Druckfedern F und F_1 spannenden Schraubenmuttern gelöst werden.

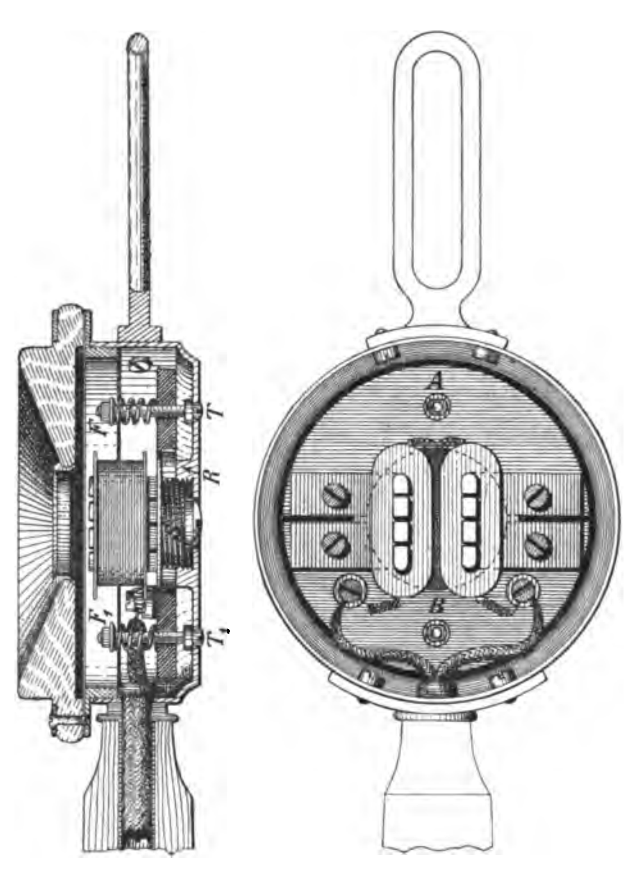


Fig. 271 b.

Zur Verbindung der durch den Holzgriff gezogenen Leitungsschnüre mit den Enden der Drahtrollen dienen zwei isoliert in das Magnetsystem eingelassene Schraubenklemmen; die Schnüre können leicht ausgewechselt werden, da das Gehäuse sich schnell öffnen lässt. Hörmuschel und Membran sind nämlich nur mittelst eines Gewinderinges auf das Gehäuse aufgeschraubt.

Die Membran. — Die aus Eisenblech bestehende Membran ist kleiner und hat nur die halbe Stärke ($^1/_4$ statt $^1/_2$ mm) der früher zur Verwendung gekommenen Membranen. Sie ist daher leichter beweglich und folgt besser den durch die schwachen Sprechströme bewirkten Änderungen der magnetischen Kraft. Für Telephone, welche auch als Sender mit benutzt werden sollen, müssen die stärkeren und grösseren Membranen beibehalten werden, da die Stärke der im Sender erzeugten Sprechströme von der Grösse der im magnetischen Felde schwingenden Eisenmasse abhängig ist.

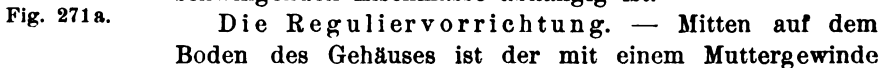


Fig. 271 a.

Die Reguliervorrichtung. — Mitten auf dem Boden des Gehäuses ist der mit einem Muttergewinde versehene Messingring R aufgelötet; in diesem läuft eine kurze Schraubenspindel S, deren hinteres Ende gerade noch aus dem Gehäuse herausragt und einen Schnitt zum Einsetzen des Schraubenschlüssels hat. Das andere Ende ist zu einer Platte ausgebildet und dient als Auflager für das Magnetsystem, welches durch die auf die Stifte T und T_1 gesetzten Druckfedern F und F_1 fest gegen die Platte gepresst wird. Infolge dieser Einrichtung wird

das ganze Magnetsystem beim Drehen der Regulierschraube S, ohne sich selbst zu drehen, gegen die Membran hin oder von ihr weg bewegt, und zwar bei Linksdrehung von der Membran weg. Die Drehung der Regulierschraube wird nach oben und unten hin durch Anschläge auf den für die Einstellung des Hörers erforderlichen Spielraum begrenzt.

Der Aufhängebügel und der Holzgriff sind einander gegenüber an der Seitenwand der Kapsel festgeschraubt.

Fernhörer m. seitlicher Schallöffnung M. 93.

Der Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung M. 93 (Fig. 272). Das Magnetsystem. — Es besteht aus einem Hufeisenmagnet, der an seinen Polen abgeschrägt ist, und zwischen dessen Schenkel ein zur Aufnahme der Leitungsschnur durchbohrtes Holzklötzchen eingepasst ist. Auf der der Abschrägung gegenüberliegenden Seite der Magnetschenkel ist auf dem Holzklötzchen eine Messingkapsel *b* aufgeschraubt, deren Mantel auf der Aussenseite ein feines Schraubengewinde trägt.

Auf dem Boden der Kapsel, in welchen vier runde Eisenstücke fest eingeschraubt sind, ruhen auf letzteren die beiden Polschuhe; sie sind durch je zwei Stahlschrauben, welche durch die Eisenstücke hindurchgehen, mit den Polen des Magnets verbunden. Der Gesamtwiderstand beider Magnetspulen beträgt rund 200 Ohm. Die Verbindung zwischen Leitungsschnur und Wicklungsenden vermitteln zwei Messingklemmen, welche durch Abschrauben des die abgeschrägte Fläche des Magnets bedeckenden Ebonitstücks *o* zugänglich werden. In den Bug des Magnets ist ein Hartgummiring znr Durchführung der Leitungsschnur eingesetzt. Ein dünner Lederüberzug umschliesst Magnet und Holzklötzchen und hält beide zusammen.

Die Membran. — Sie besteht aus einer 0,5 mm starken, gut verzinnten Eisenblechplatte, die mit der Hörmuschel auf der Messinghülse *g* durch Schrauben befestigt ist.

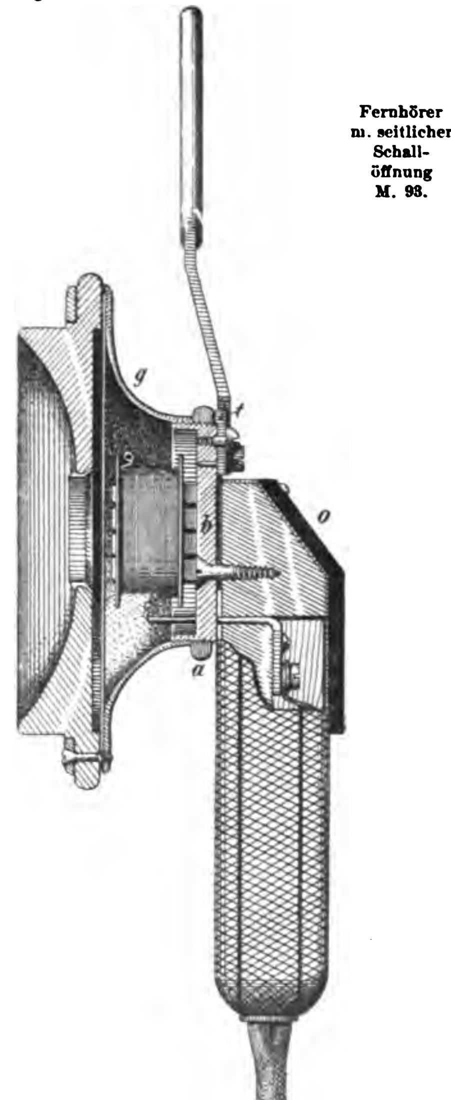


Fig. 272.

Die Reguliervorrichtung. — Die Messinghülse *g* ist auf den Mantel der Kapsel *b* verstellbar aufgeschraubt; durch Drehen der Hülse wird daher die Membran den Polschuhen genähert oder von ihnen entfernt. Um die Membran in einer bestimmten Stellung festzuhalten, ist gegen den Gewindeteil der Hülse *g* auf den Mantel der Kapsel ein als Gegenmutter dienender Ring *a* geschraubt; letzterer kann durch das mit Schraube versehene Stahlstück *t* in seiner Lage festgelegt werden. Die Schraube des Stahlstücks ist vor jeder Regulierung zu lüften und nach erfolgter Einstellung wieder anzuziehen. Der Aufhängebügel ist an die Messingkapsel *b* angeschraubt.

Fernhörer m. seitlicher Schallöffnung M. 86.

Der Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung M. 86. Seine Einrichtung entspricht im wesentlichen derjenigen des Fernhörers M. 93, nur enthält er einen Hufeisenmagnet von grösserer Länge; ferner ist der Aufhängebügel nicht oberhalb der Magnetpole, sondern am gebogenen Teile des Magnets befestigt. Endlich ist die Leitungsschnur nicht unten durch den Magnet, sondern oben zwischen seinen abgeschrägten Teilen durch das Ebonitstück *o* hindurchgeführt.

Leitungsschnur der Fernhörer.

Die Leitungsschnur der Fernhörer. Die etwa 1,10 m lange Leitungsschnur, mittelst deren die Fernhörer mit den Fernsprechgehäusen in Verbindung gebracht werden, enthält zwei Stromleiter, die in dem mittleren, etwa 70 cm langen Teile durch Umklöppelung zusammengewirkt sind. Die Leiter bestehen aus sogenannten Lahnlitzenschnüren. Jede Litzenschnur ist aus drei Strähnen und jede Strähne aus sieben Fäden zusammengedreht; um jeden der baumwollenen Fäden ist ein schmales vergoldetes Kupferbändchen spiralförmig herumgewickelt. Die so gebildete Litzenschnur ist zunächst mit einer Umwicklung von weissen Baumwollenfäden umgeben und dann mit einer zweifachen Umklöppelung von grüner Baumwolle versehen.

3. Fernhörer der bayerischen und der württembergischen Telegraphenverwaltung.

Die älteren bayerischen Telephone sind einpolig. Bei den noch vereinzelt im Betriebe vorhandenen Telephonen dieser Gattung (Modell Reiner) sind fünf cylindrische Stabmagnete zu einem magnetischen Magazin mit gleicher Polrichtung derart nebeneinander gelagert und durch einen Kupferdraht zusammengehalten, dass die unteren Pole sich berühren, während die oberen Pole ein aus weichem Eisendrahte (Blumendraht) gebildetes Bündel eng umschliessen. Auf das oberhalb der Magnetstäbe zu einem runden Polschuhe vereinigte Drahtbündel ist eine Magnetisierungsspirale aufgeschoben.

Die neueren Telephone sind zweipolig; es kommen insbesondere die Modelle von Reiner und von Heller zur Verwendung.

Fernhörer Modell Reiner.

Der Fernhörer Modell Reiner (Fig. 273 u. 274). Der Fernhörer ähnelt dem Siemensschen Fernhörer gerader Form, er ist jedoch erheblich leichter. Die Polenden des Hufeisenmagnets stehen in einer Entfernung von 6 bis 7 mm einander gegenüber; sie tragen Polschuhe aus weichem abgerundeten Flacheisen, welche an ihren freien Enden mit 0,1 mm starkem, durch Seidenumspinnung isoliertem Kupferdraht umwickelt sind. Der Widerstand der Spulen beträgt 100 Ohm. Die magnetischen Teile werden mittelst der an den Polschuhen angebrachten Messingansätze *b* an der Messingdose des Fernhörergehäuses festgeschraubt. Der durch einen Ausschnitt aus dem Boden der Messingdose hervorragende Magnet ist von einem Ebonitgehäuse umgeben. Die Umwindungsdrähte enden an den Schrauben s_1 und s_2; neuerdings erfolgt die Verbindung der Leitungsschnur mit den Rollenumwindungen ganz im Innern des Fernhörers.

Die dicht über den Polschuhen auf dem Rande der Dose gelagerte Membran besteht aus 0,25 mm starkem, lackiertem Eisenbleche; sie wird unter Zwischenlage eines schmalen Papierrings durch Aufschraubung des die Schallmuschel tragenden Messingdeckels befestigt.

Fernhörer Modell Heller.

Der Fernhörer Modell Heller (Fig. 275 u. 276). Seine Bauart entspricht der des Fernhörers der Reichs-Telegraphenverwaltung mit seitlicher Schallöffnung. Die Schenkel des hufeisenförmigen Magnets *M* sind in zwei Ausschnitte der Ebonitdose *g* eingeführt und mit dem Boden der Dose verschraubt. Die auf die Polenden aufgeschraubten, winkelförmig gebogenen Polschuhe sind mit isoliertem Kupferdraht umwickelt; der Rollenwiderstand beträgt 150 Ohm. Die Umwindungen werden durch je zwei an die Polschuhe

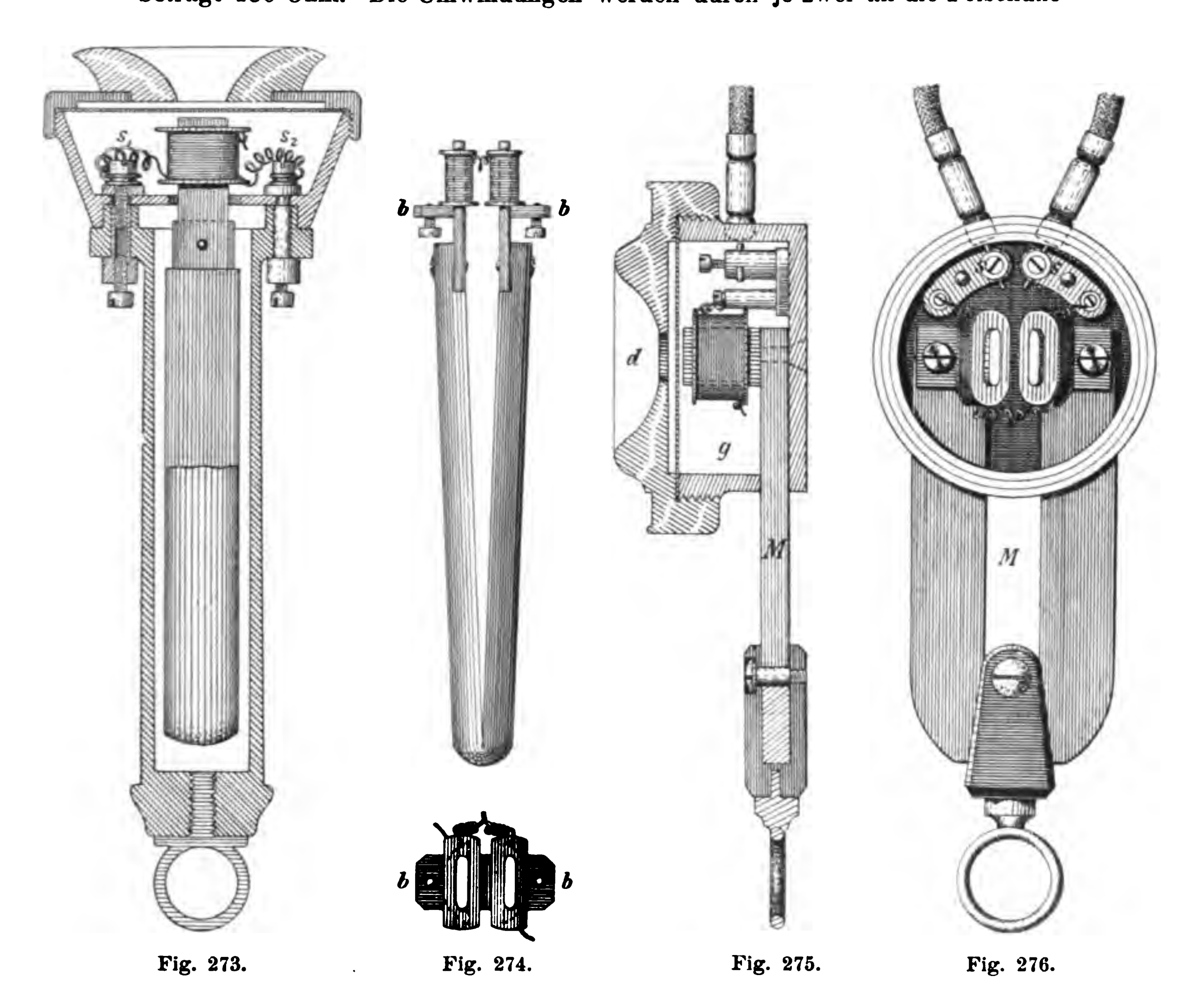


Fig. 273. Fig. 274. Fig. 275. Fig. 276.

angelötete Messingscheiben begrenzt; ihre Enden werden über die Schrauben *s* mit den Adern der Lahnlitzenschnur verbunden.

Die Membran besteht aus 0,3 mm starkem Eisenblech; sie wird durch den aufgeschraubten, muschelartig ausgehöhlten Ebonitdeckel *d* auf der Dose befestigt. Der Hufeisenmagnet ist an dem aus der Dose hervorragenden Teile mit einem dünnen Lederüberzuge versehen; er trägt einen Ebonitbügel mit einem zum Aufhängen des Telephons dienenden Ringe.

Fernhörer der württembergischen Telegraphenverwaltung. In Württemberg ist allgemein das SIEMENSsche Telephon mit Hufeisenmagnet eingeführt. Die ältere gerade Form mit 200 Ohm Rollenwider-

stand ist nur noch wenig im Gebrauch. Die neuere Form mit seitlicher Schallöffnung entspricht der durch Fig. 272 veranschaulichten Konstruktion. Ausserdem wird bei den Vermittelungsanstalten und auch bei Teilnehmerstellen mit regem Fernverkehr vielfach von Kopffernhörern mit Bügeln Gebrauch gemacht.

4. Fernhörer anderer Länder.

Das österreichische Löffeltelephon (Fig. 277 u. 278). Seine Bauart entspricht im wesentlichen der Bauart der deutschen Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung. Auf den Polenden des hufeisenförmigen Stahlmagnets *M* sind entweder cylindrische oder prismatische Polschuhe aufgeschraubt. Die cylindrischen Polschuhe tragen die Rollenwindungen aus 0,1 mm starkem isoliertem Drahte auf kleinen, über die Polschuhe geschobenen Ebonitspulen. Bei den prismatischen Polschuhen wird die Wicklung unmittelbar auf den Polschuhen angebracht und durch je zwei an ihnen festgelötete Messingscheiben begrenzt. Der Rollenwiderstand des Fernhörers beträgt 200 Ohm. Das zwischen beiden Polschuhen an die Magnetschenkel angeschraubte Messingstück *k* soll einen magnetischen Kurzschluss verhindern. Der Fernhörermagnet ist in eine ovale, gleichzeitig als Handgriff dienende hölzerne Hülse *H* eingeschoben, welche oben durch ein Messingstück mit Tragring zum Aufhängen des Fernhörers abgeschlossen ist.

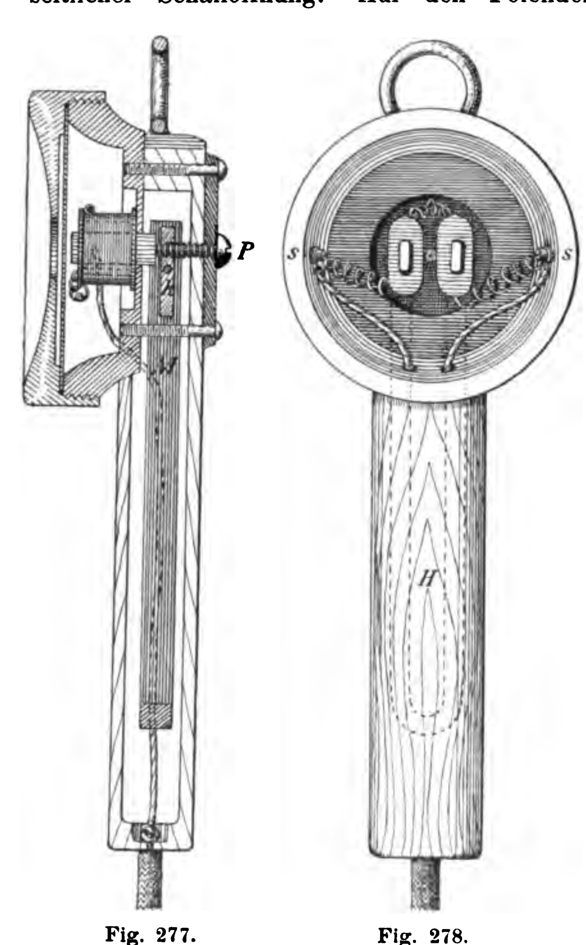


Fig. 277. Fig. 278.

An dem einen Ende der Hülse ist auf ihrer breiten Fläche eine runde Ebonitmuschel aufgeschraubt; durch den kreisrunden Ausschnitt im Boden der Muschel und einen entsprechenden Ausschnitt der Holzhülse ragen die Polschuhe hervor; die Rollenwindungen derselben werden mit den beiden Zuleitungsschnüren an den Messingschrauben *s* verbunden. Die Zuleitungsschnüre gehen getrennt voneinander durch die Ebonitmuschel und die Holzhülse; vor ihrem Austritt aus der letzteren sind sie zu einem Knoten geschürzt. Sie gehen dann durch eine runde Öffnung im unteren Abschluss der Hülse gemeinschaftlich zu einer Schnur vereinigt nach aussen.

Die Membran besteht aus einer 0,5 mm dicken verzinnten und vor der Schallöffnung gefirnissten Eisenblechplatte von 7,5 cm Durchmesser; sie wird auf dem Rande der Ebonitmuschel durch Aufschrauben des ebenfalls aus Ebonit bestehenden Schalltrichters in einem Abstand von 1,5 mm von den Polschuhen festgelegt. Durch die in das Messingstück *k* eingreifende Regulierschraube *P* können die Magnetschenkel mit den Polschuhen der Membran innerhalb gewisser Grenzen genähert oder von ihr entfernt werden.

Telephon von Ader.

Das Telephon von Ader (Fig. 279). Es ist ein zweipoliges Telephon, dessen ringförmig gebogener Magnet zugleich als Handgriff dient. Um die magnetischen Induktionswirkungen der nur 50 mm im Durchmesser haltenden und 0,2 mm starken Membran zu erhöhen, ist auf ihrer äusseren Seite ein weicher Eisenring *r* in den Deckel des Telephons eingelassen. Durch die Wirkung des weichen Eisens werden die von dem Magnet ausgehenden Kraftlinien durch die Membran hindurchgezogen; die Membran soll auf diese Weise durch die Kraftlinien und deren Änderungen stärker beeinflusst werden. Freilich gehen die Kraftlinien, welche der weiche Eisenring festhält, wieder für die Telephonwirkung verloren. Das Ader-Telephon hat vielfache Verwendung in Österreich, Frankreich und Belgien gefunden. Im übrigen wirkt es auch ohne den weichen Eisenring *R* ebenso gut als mit demselben.

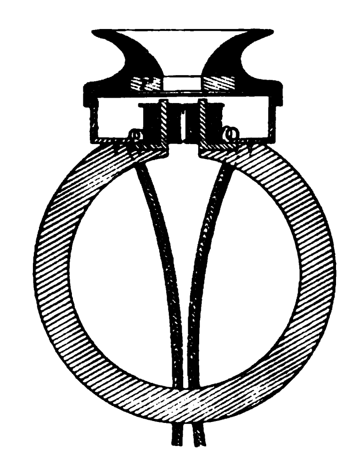


Fig. 279.

Telephon d'Arsonval.

Das Telephon d'Arsonval (Fig. 280). Der eine Pol des spiralförmig gebogenen, gleichzeitig als Handgriff dienenden Stahlmagnets befindet sich unmittelbar unter der Membranmitte. Er ist mit seiner Drahtspule von dem zu einem Ringe ausgearbeiteten Polschuh des anderen Poles umgeben. Durch diese Anordnung kommen die sämtlichen Drahtwindungen in den Kraftlinienraum zwischen den beiden Polen zu liegen; hier kommt also der bei den anderen zweipoligen Telephonen fast wirkungslose und nur den Widerstand unnötig vermehrende Teil der ausserhalb des Kraftlinienfeldes zwischen den beiden Polen liegenden Windungen in Wegfall.

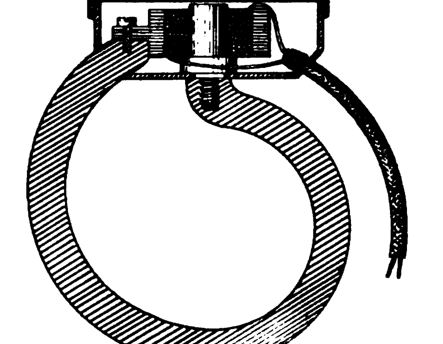


Fig. 280.

5. Fehler in den Fernhörern.

Am häufigsten treten Unterbrechungen in den Leitungsschnüren oder Kurzschliessungen und Unterbrechungen in den Wicklungen der Polschuhe auf; weniger häufig sind Verbiegungen der Membranen. Bei Sprechstellen in feuchten Räumen können auch verrostete Membranen die Ursache mangelhafter Verständigung sein.

Die Fernhörer werden auf Betriebsfähigkeit geprüft, indem man die Schnurenden an die Pole eines guten Elements legt und beobachtet, ob hierbei

ein scharfes Knacken entsteht. Das Knacken zeigt an, dass der Fernhörer samt Leitungsschnur in Ordnung ist. Ist der Fernhörer zeitweise stromlos und darauf wieder betriebsfähig, so liegt der Fehler in der Regel in der Leitungsschnur. Man muss dann bei Prüfung der Leitungsschnur durch Einschaltung eines Elements die Schnur an allen Stellen hin und her biegen; die Unterbrechung macht sich beim Biegen der fehlerhaften Stelle durch ein Knacken der Membran bemerkbar.

Vielfach ist auch eine fehlerhafte Einstellung die Ursache der mangelhaften Verständigung. Um den Fernhörer richtig einzustellen, werden Membran und Polschuhe mit Hülfe der Reguliervorrichtung einander so genähert, dass eine hörbare Anziehung der Membran erfolgt. Hierauf werden die Polschuhe soweit zurückgenommen, dass ein hörbares Zurückschnellen der Membran eintritt. Nach Erfordernis wird der hierdurch zwischen Membran und Polschuhen erzielte Abstand noch um eine Kleinigkeit vergrössert.

V. Die Anrufvorrichtungen.

Zum Anrufe des Vermittelungsamtes und der Sprechstellen wurden früher vielfach Batterieströme benutzt, und zwar erhielt jede Sprechstelle entsprechend der Länge ihrer Anschlussleitung eine Weckbatterie von 6 bis 12 Kohlen- (Leclanché-) oder auch Trockenelementen. Jetzt sind nur in älteren kleinen Stadtfernsprecheinrichtungen noch Fernsprechapparate mit Batterieanruf vorhanden. In neuen und grösseren Stadtfernsprechnetzen werden zum Anruf allgemein kleine magnetelektrische Maschinen — Kurbelinduktoren — benutzt.

Als zweckmässigste Konstruktionsform für die Kurbelinduktoren hat sich im Laufe der Zeit nach vielfachen Wandlungen folgende herausgebildet. Zwei oder drei hufeisenförmige Stahlmagnete werden zu einem magnetischen Magazin verschraubt und mit Polschuhen aus weichem Eisen versehen. Diese Polschuhe werden so angeordnet, dass in der von ihnen gebildeten cylindrischen Höhlung ein SIEMENS scher Anker rotieren kann.

Es genügt eine Beschreibung der Kurbelinduktoren der deutschen Reichstelegraphie, da die anderwärts zur Verwendung kommenden sich nur unwesentlich von ihnen unterscheiden.

Dreilamelliger Kurbelinduktor M. 97 für Einzelleitungsbetrieb.

Der dreilamellige Kurbelinduktor M. 97 für Einzelleitungsbetrieb (Fig. 281). Das Magnetmagazin. — Die gleichnamigen Pole dreier Hufeisenmagnete *M* sind durch zwei Polschuhe *N* und *S* zu einem magnetischen Magazine verbunden. Die Polschuhe sind an ihren einander zugekehrten Seiten der Länge nach derart ausgehöhlt, dass sie einen cylindrischen Raum umschliessen; letzterer wird vorn und hinten durch die auf die Stirnflächen der Polschuhe aufgeschraubten Messingplatten m_1 und m_2 begrenzt, welche zugleich die Lager für die Zapfen des Ankers bilden.

Der Anker. — Der aus weichem Eisen bestehende Anker hat einen I-förmigen Querschnitt; seine beiden Seitenteile sind an ihrem Umfange sorgfältig so abgedreht, dass der fertige Anker sich mit nur wenig Spielraum in der von den Polschuhen gebildeten cylindrischen Höhlung drehen lässt. Die rinnenartigen Ausschnitte sind mit dünnem isoliertem Kupferdrahte von etwa 200 Ohm Widerstand in vielen Windungen umgeben. Die Ankerwicklung ist mit Paraffin getränkt und durch einen Überzug aus Wachstuch geschützt. Das eine Ende der Ankerwindungen ist bei x_1 unmittelbar am Anker festgeschraubt und steht also über die Ankerzapfen mit dem Körper des Induktors in Verbindung. Das andere Ende ist an dem Schräubchen x_2 befestigt, welches in den durch eine Ebonithülse vom Ankerzapfen isolierten Dorn *u* eingreift. Gegenüber dem Dorne sind auf einer Klemmschiene k_0, die von

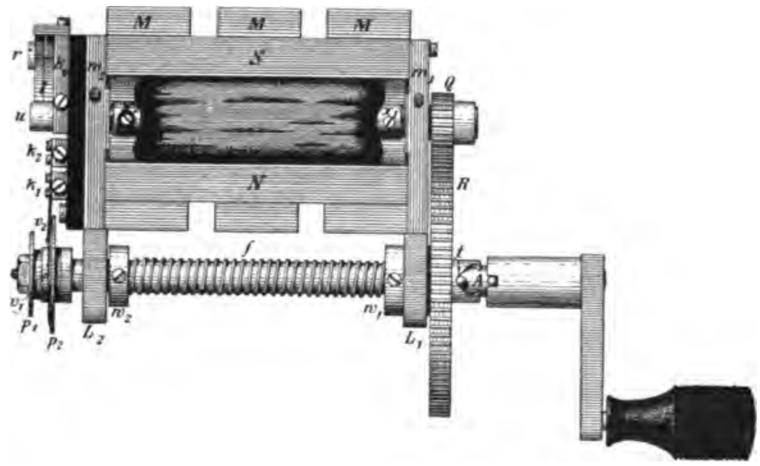


Fig. 281.

dem Induktorgestelle durch eine Ebonitzwischenlage getrennt ist, zwei übereinander liegende, um die Schraube *r* drehbare Messinghebel *l* und eine kleine, an ihrem freien Ende aufgeschlitzte Blattfeder befestigt. Die Blattfeder presst die Messinghebel fest gegen den Dorn *u*. Die Umwindungen haben also einerseits über x_2 mit der Klemmschiene k_0 leitende Verbindung und andererseits liegen sie über x_1 dauernd am Anker- und Induktorkörper.

Die Antriebsvorrichtung. — Auf den einen Ankerzapfen ist ein mit dem Zahnrad *R* in Eingriff stehender Trieb *Q* aufgesetzt. Die stählerne Buchse des Zahnrads ist mit ihrem linksseitigen Ende durch die Messingbacke L_1 leicht drehbar hindurchgeführt und wird an einer etwaigen seitlichen Verschiebung durch den auf der Buchse aufgeschraubten Stellring w_1 gehindert. Die Kurbelachse *A* ist einerseits in einer Längsbohrung der Zahnradbuchse und andererseits in der Messingwange L_2 gelagert. Sie trägt einen Stellring w_2 und eine Spiralfeder *f*; letztere bringt, sich gegen die Zahnradbuchse stemmend, die Kurbelachse in die in der Figur gezeichnete Ruhestellung.

Die Ein- und Ausschaltevorrichtung. — Die zum Anruf erforderliche Einschaltung der Induktorwindungen in die Leitung, sowie deren jedesmalige Wiederausschaltung nach beendetem Anruf erfolgt ohne Zuhülfenahme einer Taste selbstthätig durch eine am Induktor angebrachte Vorrichtung beim Andrehen und Loslassen der Kurbel.

Bei Ruhestellung der Kurbel befindet sich ein in der Kurbelachse eingeschraubter Stahlstift t im Scheitel des am rechtsseitigen Ende der Zahnradbuchse angebrachten dreieckigen Ausschnitts. Wird die Achse gedreht, so gleitet der Stift in dem dreieckigen Ausschnitt entlang, bis er schliesslich — je nach der Drehungsrichtung — die obere oder untere Ecke des Ausschnitts erreicht und nunmehr Buchse und Zahnrad zwingt, an der drehenden Bewegung teil zu nehmen. Bei dem Gleiten des Stiftes t erfährt aber die Kurbelachse, da die Zahnradbuchse sich wegen des Stellringes w_1 nicht verschieben kann, eine Verschiebung nach aussen hin (in der Figur nach rechts). Diese Bewegung wird zur Einschaltung der Induktorwindungen in die Leitung benutzt.

Zu dem Zwecke trägt das aus der Messingbacke L_2 hervorragende Ende der Kurbelachse eine mit ihr metallisch verbundene Kontaktscheibe p_1 und eine zweite etwas grössere, aber isoliert aufgesetzte Kontaktscheibe p_2. Ferner sind an den isolierten Klemmschienen k_1 und k_2 die Schleiffedern v_1 und v_2 angebracht, von denen v_1 in den Raum zwischen den beiden Kontaktsscheiben hineinragt, während v_2 nur so lang ist, dass sie zwar von der grösseren Scheibe, nicht aber von der kleineren erreicht werden kann.

Bei ruhender Kurbel berührt die grössere Kontaktscheibe beide Federn und stellt so einen Stromweg von der Klemmschiene k_1 nach der Klemmschiene k_2 her.

Wird die Kurbel gedreht, so verlässt die grössere Kontaktscheibe p_2 infolge der seitlichen Verschiebung der Kurbelachse beide Kontaktfedern und legt sich nunmehr die kleinere Kontaktscheibe p_1 gegen die längere Feder v_1, während sie die kürzere Feder v_2 unberührt lässt. Da die kleinere Kontaktscheibe unmittelbar auf der Kurbelachse aufsitzt, so erhält das mit der Ankerachse verschraubte Ende der Induktorwindungen nunmehr über den Körper, die Kontaktscheibe p_1 und die Feder v_1 mit der Klemmschiene k_1 Verbindung.

Der Induktor ist in den Stromlauf des Fernsprechsystems so eingefügt, dass seine Umwindungen einerseits über den Schleifkontakt an der Klemmschiene k_0 an Erde liegen und andererseits über die Klemmschiene k_1 mit der Leitung in Verbindung stehen, während von k_2 der Stromweg zu dem Hakenumschalter und den Sprechapparaten oder dem Gehäusewecker führt.

Der bei ruhender Kurbel zwischen der Leitung und den Empfangsapparaten über $k_1 - v_1 - p_2 - v_2 - k_2$ bestehende Stromweg wird durch das Ingangsetzen des Induktors unterbrochen. An seiner Stelle wird eine Verbindung der Induktorwindungen mit der Leitung hergestellt und die erzeugten Wechselströme gelangen einerseits über die Schleiffedern l zur Erde, andererseits über $p_1 - v_1 - k_1$ in die Leitung.

Wird die Kurbel losgelassen, so drängt die Spiralfeder f die Kurbelachse wieder in die Ruhelage zurück.

Der Induktor liefert bei drei Umdrehungen in der Sekunde eine Klemmenspannung von etwa 30 Volt. Er ist an der Deckplatte der Fernsprechgehäuse so angebracht, dass die Kurbel durch eine Bohrung in der rechtsseitigen Gehäusewand hervortritt.

Dreilamelliger Kurbelinduktor für Doppelleitungsbetrieb.

Der dreilamellige Kurbelinduktor für Doppelleitungsbetrieb (Fig. 282). In den Gehäusen für den Doppelleitungsbetrieb tritt an Stelle der Erdverbindung des vorbeschriebenen Induktors eine Verbindung mit dem zweiten Leitungsdrahte. Auch hat die Ein- und Ausschalte-

vorrichtung eine wesentliche Vereinfachung erfahren. Auf der linksseitigen Messingwand des Induktors sind zwei Klemmschienen k_0 und k_2 durch Ebonitzwischenlagen isoliert aufgesetzt.

Die Klemmschiene k_0 hat durch einen isolierten Kupferdraht Verbindung über den Blitzableiter mit der Rückleitung. Durch einen an der Messingwand mittelst der Schraube k_1 befestigten isolierten Kupferdraht ist der Körper des Induktors über den Blitzableiter mit der Leitung verbunden.

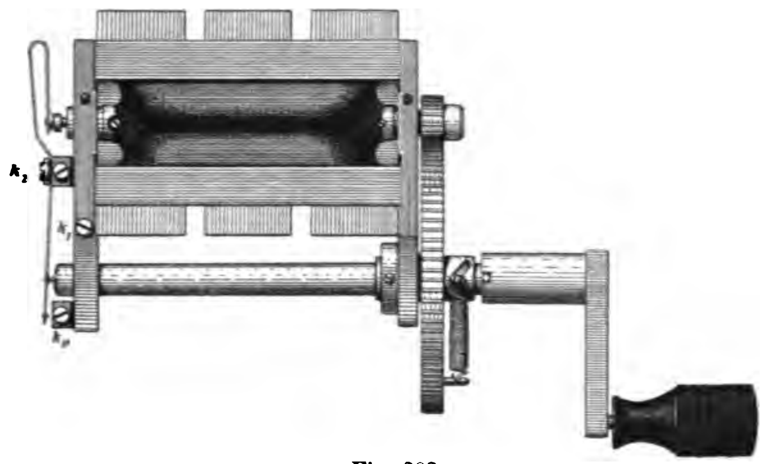


Fig. 282.

Die Klemmschiene k_2 hat drei Verbindungen:

1. durch eine stark gebogene Feder mit scheibenförmigem Schleifkontakte mit dem isolierten Stücke der Ankerachse, an welchem das eine Ende der Ankerwindungen befestigt ist;

2. durch die gerade Verlängerung der gebogenen Feder in der Ruhelage mit der Kurbelachse und bei Drehung der Kurbel mit der Klemmschiene k_0;

3. durch einen isolierten Kupferdraht mit dem Körper des Hakenumschalters.

Stromlauf bei ruhender Kurbel: Leitung a — Klemmschraube k_1 — Körper des Induktors — gerade Feder — Klemmschiene k_2 — Hakenumschalter — Wecker — Leitung b.

Wird die Kurbel gedreht, so wird die Kurbelachse dadurch, dass ein an ihr befestigter Stift auf einer in die Messingbuchse des Zahnrads eingeschnittenen schiefen Ebene hingleiten muss, so weit nach rechts herausgerückt, dass sie sich von der geraden Feder entfernt und diese nunmehr mit ihrem Kontaktstifte die Platinkontaktscheibe der Klemmschiene k_0 berührt.

Stromlauf bei Kurbeldrehung: Leitung a — Klemmschraube k_1 — Körper des Induktors — Ankerumwindungen — gebogene Schleiffeder — Klemmschiene k_2 — gerade Feder — Klemmschiene k_0 — Leitung b.

Sobald die Kurbel losgelassen wird, gleitet die Kurbelachse infolge der Wirkung einer an dem Kurbelachsenstift und an der Zahnradscheibe befestigten Spiralfeder von der schiefen Ebene in die Ruhelage zurück.

Ältere noch im Betriebe befindliche Kurbelinduktoren.

Einlamelliger Kurbelinduktor für Telegraphenleitungen. — Seine Einrichtung stimmt in allen Teilen mit derjenigen des zweilamelligen Induktors für Telegraphenleitungen überein, mit dem Unterschiede jedoch, dass sein Magnetmagazin aus einer Lamelle besteht und er nur etwa 24 Volt Klemmenspannung bei drei Umdrehungen in der Sekunde liefert.

Dreilamellige Kurbelinduktoren für Stadt-Fernsprecheinrichtungen M. 92 und M. 93. — Ihre Konstruktion entspricht im allgemeinen derjenigen des dreilamelligen Kurbelinduktors M. 99; nur die Ein- und Ausschaltevorrichtungen sind abweichend eingerichtet. Ferner wird bei diesen Induktoren zur Übertragung der Kurbeldrehung auf die Ankerachse ein auf der Kurbelachse befindliches Kronrad benutzt, das in einen auf dem unteren Ankerzapfen aufgesetzten konischen Trieb eingreift. Dieser Anordnung entsprechend tritt die Kurbel durch eine Bohrung in der vorderen Wand des Fernsprechgehäuses heraus. Die Klemmenspannung beträgt bei drei Umdrehungen in der Sekunde 30 Volt.

Fehler in den Kurbelinduktoren.

Fehler in den Kurbelinduktoren. Sie sind in der Regel auf Unterbrechung oder Kurzschliessung der Ankerumwindungen und auf mangelhaften Schluss der Kontaktfedern infolge Verbiegnng der Federn oder Ablagerung von Schmutz an den Kontaktstellen zurückzuführen. Bei Unterbrechungen kommt kein Strom zu stande; bei Kurzschliessung einer grösseren Anzahl von Ankerumwindungen entsteht durch die Kurbeldrehung nur ein Strom von so geringer Stärke, dass er die Wecker nicht mehr in Thätigkeit setzen kann.

Bei mangelhaftem Schlusse der Kontaktfedern treten ähnliche Erscheinungen auf. Mangelhafte Ölung der Achsen erschwert die Handhabung des Induktors.

VI. Die Wecker.

Während für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb polarisierte Wecker mit hohem Widerstande benutzt werden, kommen für den Stadt-Fernsprechbetrieb solche mit geringerem Widerstande zur Verwendung. Fernsprechsysteme für Batterieanruf haben gewöhnliche Wecker. Polarisierte Wecker eignen sich für den Anruf mittelst Wechselstroms, während die gewöhnlichen Wecker sowohl auf Gleichstrom, als auch auf Wechselstrom ansprechen. Es genügt auch hier eine Beschreibung der in der deutschen Reichstelegraphie gebräuchlichen Wecker.

Polarisierte Wecker mit zwei Glocken.

Die polarisierten Wecker mit zwei Glocken (Fig. 283 a, b, c). Das Konstruktionsprinzip dieser Wecker ist das gleiche, wie das des polarisierten Weckers für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb (vgl. S. 235).

Der Dauermagnet besteht jedoch aus zwei Winkeleisen, welche durch die eiserne Grundplatte der Elektromagnetkerne miteinander verbunden sind. Der Rollenwiderstand beträgt für einen Wecker nur 300 Ohm. Ferner sind die Wecker, da sie auf schwächere Ströme ansprechen müssen, mit einer Reguliervorrichtung versehen, durch welche der Anker den Kernen genähert oder von ihnen entfernt werden kann.

Zu diesem Zwecke ist der Ankerträger, in welchen der Anker drehbar eingelagert ist, in dem magnetischen Felde zwischen den Polen des Dauer-

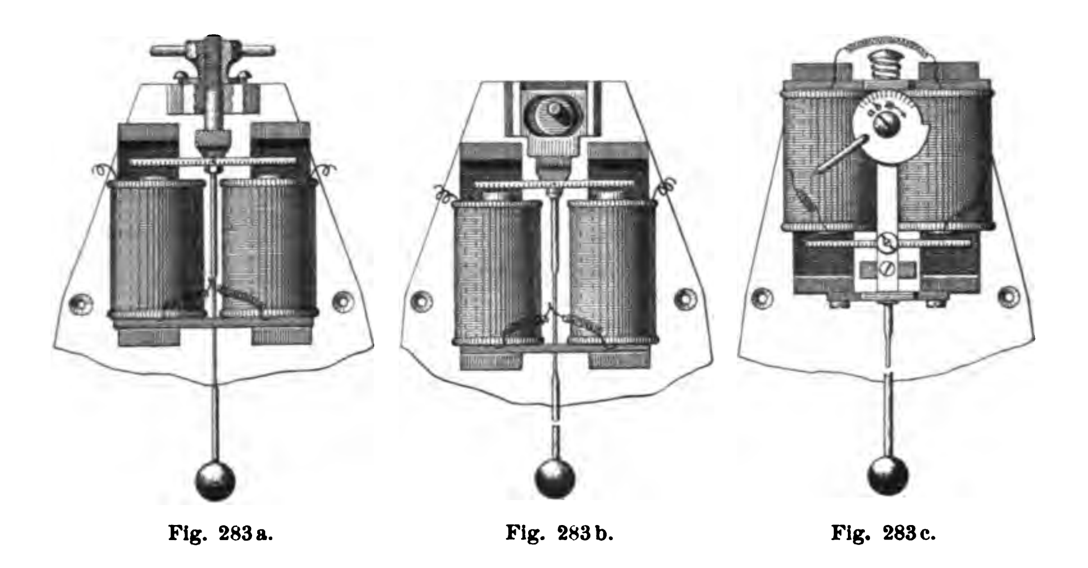


Fig. 283 a. Fig. 283 b. Fig. 283 c.

magnets und denjenigen des Elektromagnets verschiebbar angeordnet. Die neueren Wecker sind hauptsächlich mit folgenden Reguliervorrichtungen ausgerüstet:

1. Der Ankerträger wird mittelst Gewindebolzens und Schraubenmutter auf und nieder bewegt (Fig. 283 a). An der eigenen Drehung ist der Ankerträger durch zwei Führungsstifte verhindert.

2. Die Verschiebung des Ankerträgers wird durch eine Excenterschraube bewirkt (Fig. 283 b).

3. Die Verschiebung erfolgt durch Drehung einer Excenterscheibe mit Griff (Fig. 283 c). Die Excenterscheibe ist mit einer Einteilung versehen, sodass nach einer aus Anlass der Reinigung notwendig gewordenen Verstellung die frühere Regulierung sofort wieder hergestellt werden kann.

Polarisierter Wecker mit einer Glocke.

Der polarisierte Wecker mit einer Glocke (Fig. 284). Dieser von der Firma Mix & Genest konstruierte Wecker kommt sowohl für sich als auch in schrankförmigen Wandgehäusen zur Verwendung. Der hauptsächlichste Vorzug dieses Weckers besteht darin, dass die Glocke (in der Figur ist nur deren unterer Rand *g* teilweise angegeben) den Elektromagnet nebst Anker und Klöppel vollständig überdeckt und hierdurch gegen Verstaubung schützt. Der Dauermagnet *M* ist unter Zwischenlage eines Messingstücks mit der Eisenschiene *q* verschraubt, in welche die Kerne der Elektromagnetrollen e^1 und e^2 eingesetzt sind. Der Rollenwiderstand des Weckers beträgt rund 300 Ohm. In den eisernen Anker *a* sind die verstellbaren

Anschlagschrauben c^1 und c^2 eingelassen; er selbst ist in den mittelst der Schraube *s* und der Schraubenmuttern *m* und m^1 an dem Magnet *M* befestigten Lagerbocke *b* leicht drehbar gelagert. Der von dem Anker getragene Klöppel *k* schlägt, wenn der Anker durch die Einwirkung des Stromes bethätigt wird, abwechselnd gegen die an der inneren Glockenwand angebrachten beiden Metallansätze.

Wegen der kurzen Klöppelstange ist der Wecker so empfindlich, dass er einer Nachregulierung während des Betriebs nur ausnahmsweise bedarf. Erweist sich eine Regulierung als notwendig, so ist die Glocke abzuschrauben

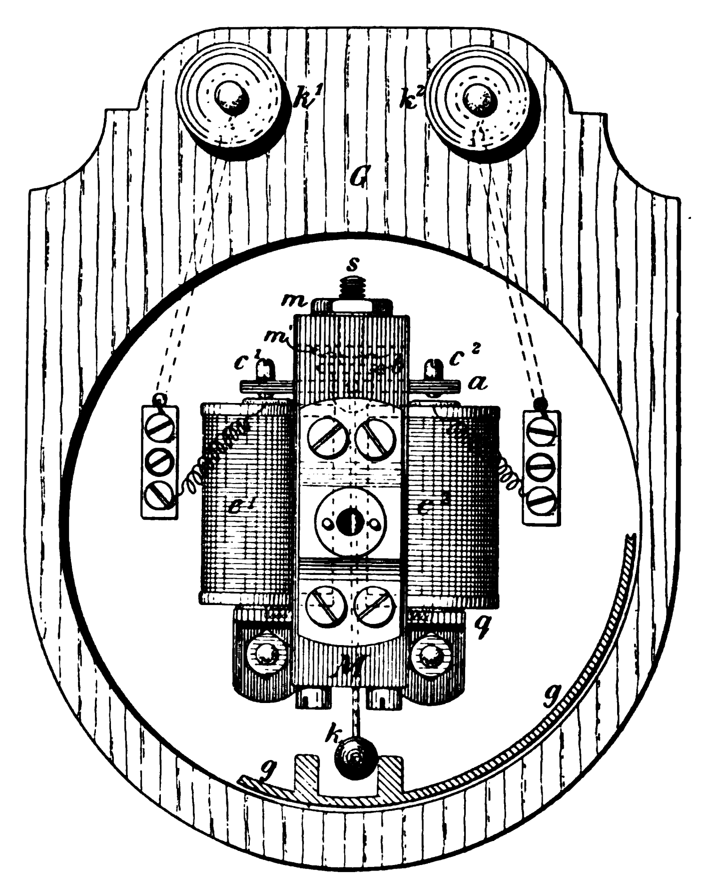


Fig. 284.

und der Ankerabstand und Ankerhub durch Drehen der Anschlagschrauben c^1 und c^2 oder durch Verschieben der Muttern *m* und m^1 auf der Schraubenspindel *s* nach Bedarf zu verändern.

Polarisierter Wecker grosser Form mit Kelchglocken.

Der polarisierte Wecker grosser Form mit Kelchglocken (Fig. 285 u. 286). Der Wecker kommt da zur Anwendung, wo in geräuschvollen oder weit ausgedehnten Betrieben, Fabriken, Bauhöfen, Ziegeleien, Gärtnereien u. s. w. die Tonwirkung der Wecker gewöhnlicher Grösse nicht mehr genügt und die Wecker an Orten aufgehängt werden müssen, die den Unbilden der Witterung ausgesetzt sind. Während früher für diesen Zweck eiserne Wecker mit 13, 20 und 30 cm grosser Glocke zur Verwendung ge-

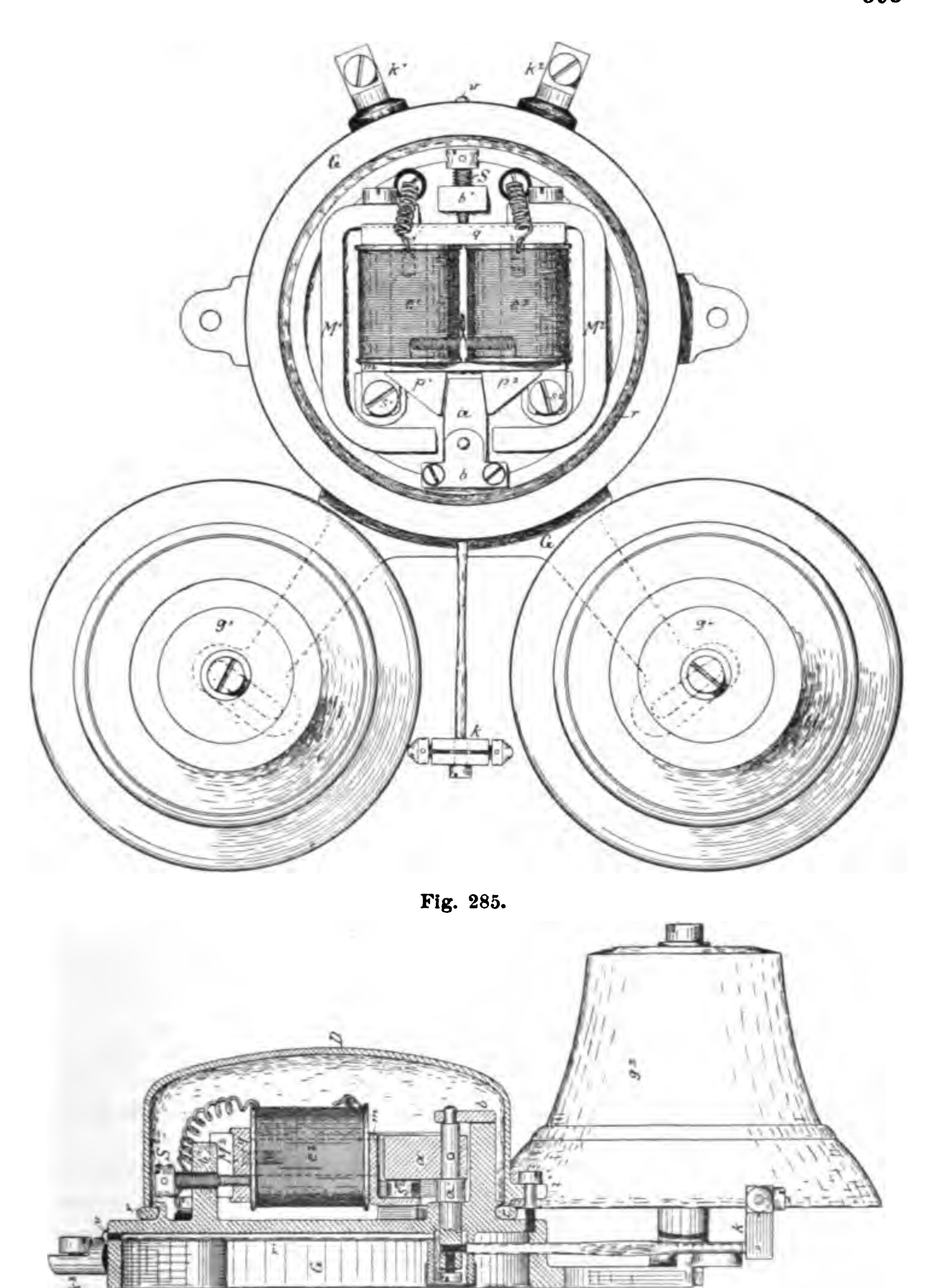


Fig. 285.

Fig. 286.

langten, für deren Betrieb Relais und Ortsbatterien erforderlich waren, werden die Wecker mit Kelchglocken jetzt unmittelbar durch den Anruf der Teilnehmerstelle oder der Vermittelungsanstalt bethätigt.

Der Wecker mit Kelchglocke hat einen Rollenwiderstand von 300 Ohm. Die Kerne der Elektromagnetrollen e^1 und e^2 sind oben durch ein Eisen-

stück q und unten durch eine Messingplatte m verbunden. Mit dem Eisenstück sind zwei U förmige Dauermagnete M^1 und M^2 verschraubt, und auf die Elektromagnetkerne, welche durch die Messingplatte m hindurchgreifen, sind die dreieckig gestalteten Polschuhe p^1 und p^2 aus weichem Eisen aufgesetzt. Zwischen den Polschuhen schwingt der Anker a mit dem hammerförmigen Klöppel k. Die Drehachse a^1 des Ankers ist einerseits in der messingenen Grundplatte G und andererseits in dem Lagerwinkel b gelagert. Durch die Röhre r^1, die für gewöhnlich durch die Schraube v verschlossen ist, kann dem Achslager des Ankers in der Grundplatte etwas Öl zugeführt werden, ohne dass der Wecker von der Wand abgenommen zu werden braucht.

Das Elektromagnetsystem des Weckers ist mit der Grundplatte verschraubt; die Schraube S hat in ihrem oberen den Ansatz b_1 der Grundplatte durchsetzenden Teile ein Gewinde von grösserer Neigung, als der untere in die eiserne Querverbindung q der Elektromagnetkerne eingreifende Gewindeteil. Durch Drehen der Schraube S kann daher das ganze Elektromagnetsystem nach vorherigem Lockern der übrigen beiden Befestigungsschrauben s_1 und s_2 dem Anker genähert oder von ihm entfernt werden.

Das Elektromagnetsystem wird vor dem Eindringen der Feuchtigkeit durch die Messingkappe D geschützt, die unter Zwischenlage des Gummiringes r auf die Grundplatte aufgeschraubt ist.

Die beiden Kelchglocken g des Weckers sind an den schräg nach unten gerichteten Armen der Grundplatte verschiebbar befestigt.

Es kommen auch Wecker mit nur einer Kelchglocke zur Verwendung, die aber in der Einrichtung der magnetischen Teile nicht wesentlich von den Weckern mit zwei Kelchglocken abweichen.

Gewöhnlicher Wecker.

Der gewöhnliche Wecker (Fig. 287). Ein rechtwinklig geformtes Gusseisenstück w trägt die Kerne der Elektromagnetrollen e_1 und e_2, die Glocke und das von ihm durch Ebonitzwischenlage isolierte Metallstück t mit der Unterbrechungsfeder f_1. Der mittelst einer Blattfeder an dem Eisenwinkel befestigte Anker a trägt den Klöppel und die Ausschlussfeder f_2, welche bei angezogenem Anker die verstellbare Kontaktschraube c berührt. Die Elektromagnetrollen sind mit Paraffin getränkt und haben einen Widerstand von ungefähr 150 Ohm.

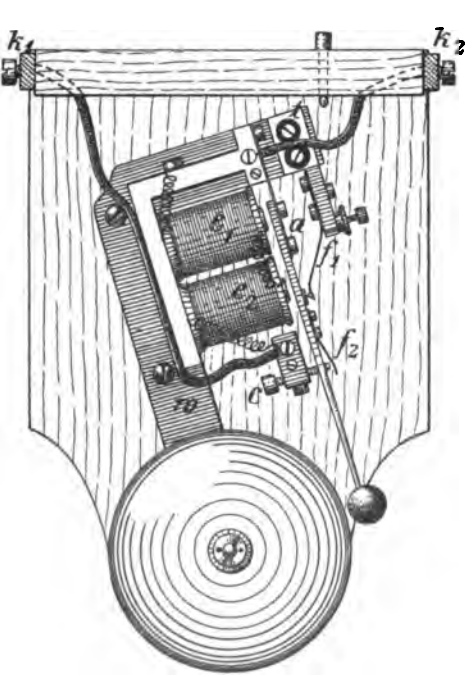


Fig. 287.

Zur Einschaltung des Weckers in den Stromkreis dienen die Klemmen k_1 und k_2. Die Klemme k_2 ist durch einen isolierten Kupferdraht mit dem Eisenwinkel w und dieser mit dem einen Ende der Umwindungen verbunden, die Kontaktschraube c steht über ihr Lagerstück einerseits mit dem anderen Ende der Rollenwindungen und andererseits durch einen isolierten Kupferdraht mit der Klemme k_1 in Verbindung.

Betrieb mit Selbstausschluss der Rollen. — Ein bei der Klemme k_2 aus der Leitung eintretender Strom findet über den Eisenwinkel einen Weg zu den Umwindungen, durchfliesst diese und gelangt über das Lagerstück der Kontaktschraube c und die Klemme k_1 zur Erde. Der Anker wird angezogen, der Klöppel schlägt gegen die Glocke und gleichzeitig legt sich die Ausschlussfeder an die Kontaktschraube c. Der Strom findet jetzt unter Ausschluss der Rollen einen Weg von k_2 über den Anker, die Ausschlussfeder und die Kontaktschraube c zur Klemme k_1 und zur Erde. Infolgedessen verschwindet der Magnetismus und der Anker wird durch die Blattfeder in seine Ruhelage zurückgeführt. Das Spiel beginnt hierauf von neuem.

Betrieb mit Selbstunterbrechung. — Der isolierte Kupferdraht der Klemme k_2 ist von dem Eisenwinkel abzunehmen und über das isoliert auf den Eisenwinkel aufgesetzte Metallstück t mit der Unterbrechungsfeder f_1 zu verbinden. Die Kontaktschraube c ist soweit zurückzuschrauben, dass sie bei angezogenem Anker nicht mehr von der Ausschlussfeder berührt wird.

Ein bei k_2 eintretender Strom geht dann über die Unterbrechungsfeder, den Anker, den Eisenwinkel und durch die Rollen zur Kontaktschraube c und über die Klemme k_1 zur Erde. Der Anker wird angezogen und der Klöppel schlägt gegen die Glocke. Gleichzeitig erfolgt aber die Unterbrechung des Kontakts zwischen Anker und Unterbrechungsfeder. Die Leitung wird einen Augenblick stromlos, bis der Anker der Wirkung seiner Tragfeder folgend sich wieder gegen den Kontakt der Unterbrechungsfeder legt und damit das Spiel von neuem beginnt.

Wecker mit Fallscheibe.

Der Wecker mit Fallscheibe. Er soll folgende Aufgaben erfüllen können:

1. neben dem Glockensignale soll durch die Fallscheibe ein sichtbares Zeichen gegeben werden, damit der abwesende Teilnehmer bei seiner Rückkehr sieht, dass er gerufen worden ist;

2. ein zweiter, räumlich getrennt aufgestellter Wecker soll so lange zum Tönen gebracht werden, bis die sichtbar gewordene Fallscheibe wieder in den Schutzkasten geschoben ist;

3. bei einer Zwischenstelle, deren Wecker gleiche Klangfarbe haben, soll dem Teilnehmer durch die Fallscheibe ersichtlich gemacht werden, von welcher Seite der Anruf gekommen ist.

Konstruktionsprinzip. — Der eine Arm eines zweiarmigen Hebels ist zu einer kleinen runden Scheibe — der Fallscheibe — ausgearbeitet, der andere Arm wird in der Ruhelage durch einen Stift oder einen nasenförmigen Ansatz der Klöppelstange festgehalten. Wird der Wecker in Thätigkeit gesetzt, so giebt die Klöppelstange den Hebelarm frei und der andere Hebelarm lässt der Wirkung einer Spiralfeder folgend die Fallscheibe aus einer Öffnung des Weckergehäuses hervortreten. Hierdurch kann gleichzeitig ein Ortsstromkreis geschlossen werden, dessen eine Zuführung an der Hebelachse und dessen andere Zuführung an einem die Bewegung des Fallscheibenarmes begrenzenden Messingstücke festgelegt ist.

Fehler in den Weckern.

Fehler in den Weckern. Sie bestehen hauptsächlich in Unterbrechungen oder Kurzschliessungen der Rollenwicklung. Bei den polarisierten Weckern tritt nicht selten ein Kleben des Ankers ein; die Ursache davon ist entweder die Ablagerung einer Schmutzschicht zwischen Anker und

Polschuhen oder eine Rückwärtsverschiebung der in den Anker zur Verhütung des Klebens eingelassenen Messingschrauben. Bei den gewöhnlichen Weckern treten Fehler durch Schmutzablagerungen in den Kontakten zwischen der Ausschlussfeder und der zugehörigen Kontaktschraube, sowie zwischen Anker und Unterbrechungsfeder auf.

VII. Die Fernsprechgehäuse und Zusatzapparate.

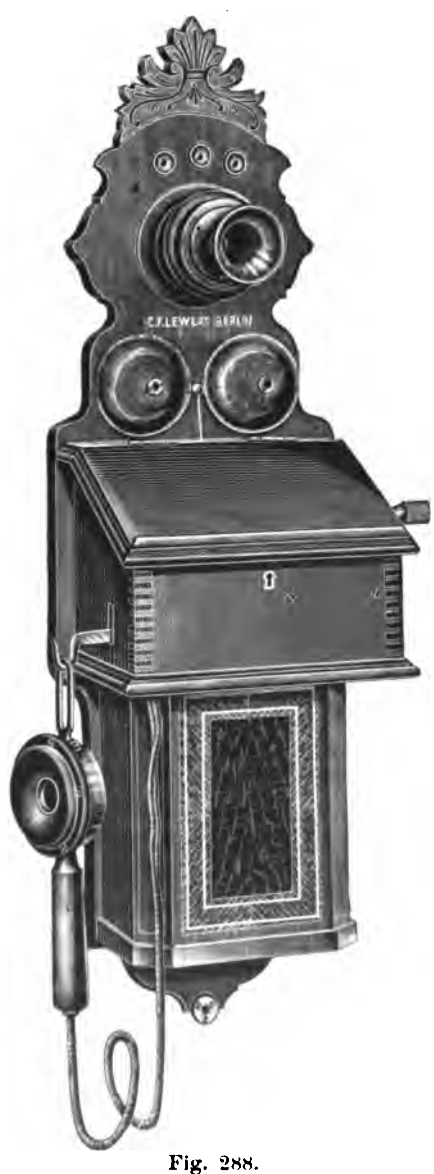


Fig. 288.

Mikrophon, Fernsprecher, Anrufvorrichtung und Wecker bilden die Hauptapparate einer Fernsprechstelle; sie werden mit den sonst noch erforderlichen Zusatzapparaten in einem Fernsprechgehäuse zu einem organischen Ganzen vereinigt. An Zusatzapparaten kommen in Betracht: Hakenumschalter, Tasten und Blitzschutzvorrichtungen.

Neuerdings werden Blitzschutzvorrichtungen in die Gehäuse nicht mehr eingebaut, sondern bei den Sprechstellen in besonderen Kästchen möglichst nahe der Leitungseinführung angebracht.

I. Die Fernsprechgehäuse.

Die neueren Fernsprechgehäuse werden allgemein als Wandgehäuse in Schrank- oder Pultform hergestellt; sie können sowohl zum Einzelleitungs- wie auch zum Doppelleitungsbetriebe benutzt werden.

Vielfach werden die Fernsprechgehäuse auch mit dem Schränkchen für die Mikrophonelemente, wie Fig. 288 zeigt, zu einer Wandstation vereinigt.

a) Wandgehäuse.

Sie sind aus poliertem Nussbaumholze gefertigt und ausgerüstet mit einem Mikrophon nebst Induktionsrolle, einem Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung, einem dreilamelligen Kurbelinduktor, einem polari-

sierten Wecker von rund 300 Ohm Widerstand, einem Hakenumschalter und u. U. einem Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung.

Wandgehäuse in Schrankform. Wandgehäuse in Schrankform (Fig. 289). — Bei ihnen ist das Mikrophon in einen Ausschnitt der die vordere Gehäusewand bildenden Apparatthür eingesetzt; die Mikrophonzuführungsdrähte sind über die Thürscharniere, deren Kontakt durch je eine Messingblattfeder sichergestellt ist, mit der primären Induktionsrolle und der Batterie verbunden. Zur Einschaltung der Mikrophonbatterie dienen die Klemmen *MZ* und *MK* an der Bodenplatte des Gehäuses, zum Anlegen des Kontrolelements die dritte Klemme *C*.

Auf der Deckplatte der Gehäuse M. 99 sind fünf Klemmen angebracht: L_1 und L_2 zur Anlegung der Leitungszweige, *E* für die Erdleitung, W_1 und W_2 zur Einschaltung eines besonderen Weckers. Die Klemmen W_1 und W_2

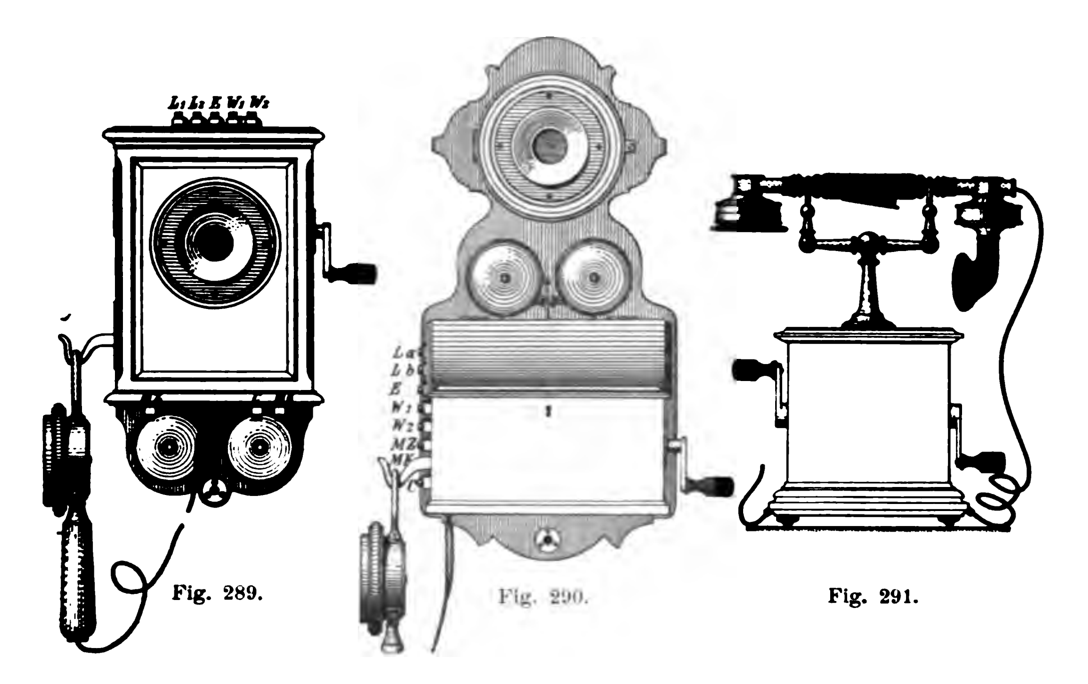


Fig. 289. Fig. 290. Fig. 291.

sind durch eine vernickelte Messingspange miteinander verbunden, wenn ein zweiter Wecker nicht vorhanden ist. Die beiden Glocken des Gehäuseweckers sind unterhalb der Bodenplatte befestigt.

Bei den Gehäusen ohne eingebaute Blitzschutzvorrichtung M. 1900 fehlt die Erdklemme *E*.

Wandgehäuse in Pultform. Wandgehäuse in Pultform (Fig. 290). — Das Pult der Gehäuse M. 99 enthält Blitzableiter, Induktor, Hakenumschalter, Induktionsrolle und Weckerelektromagnet; über dem Pulte sind auf dessen verlängerter Rückwand die beiden Weckerglocken mit Klöppel und über diesen auf einer Holzrosette das Mikrophon angeordnet. Die zum Aufklappen eingerichtete Pultplatte ist mit einer Schreibtafel aus Marmor oder zwei Schienen zur Befestigung eines Papierblocks versehen. Sämtliche Zuführungsklemmen sind in der Reihenfolge *La*, *Lb*, *E*, W_1, W_2, *MZ*, *MK* und *C* an der linken Seitenwand des Pultes befestigt. Wie bei den schrankförmigen Gehäusen ragt der Haken-

umschalter aus der linken und die Induktorkurbel aus der rechten Seitenwand des Gehäuses hervor.

Bei den Gehäusen ohne eingebaute Blitzschutzvorrichtung M. 1900 fehlt ebenfalls die Erdklemme *E*.

b) Tischgehäuse.

Bei den Tischgehäusen M. 99 (Fig. 291) ist auf einer schwarzlackierten Holzplatte ein dreilamelliger Induktor M. 97 mit zwei Kurbeln aufgeschraubt. Das Gestell des Induktors trägt auf einer Eisenplatte den polarisierten Wecker; dieser hat zwei Klöppel am Anker, dagegen nur eine Glocke. Induktor, Induktionsrolle und Wecker einschliesslich der Glocke sind in einen schwarzlackierten Blechkasten mit Holzdeckel eingeschlossen, der mittelst zweier Schraubenbolzen, die an den Seitenwänden angebracht sind und durch die Bodenplatte hindurchreichen, auf letzterer durch Anziehen der Schraubenmutter befestigt wird. Auf der Deckplatte ist ein vernickelter Metallständer mit zwei senkrecht stehenden Lagern zur Aufnahme des Handapparats — Mikrophon und Fernhörer mit Schalthebel — angeschraubt. Der Schalthebel ersetzt den Hakenumschalter. Zur Verbindung der Handapparate mit den im Gehäuse untergebrachten Apparaten dient eine fünfaderige Leitungsschnur; durch eine zweite fünfaderige Leitungsschnur wird das Tischgehäuse mit dem zugehörigen, einen Kohlenblitzableiter enthaltenden Holzkästchen verbunden, an welches Leitung, Erde und Mikrophonbatterie herangeführt sind. Die zur Befestigung der Leitungsschnüre auf der unteren Seite der Bodenplatte angebrachten zehn Messingklemmen *MZ*, *MK*, *C*, *La*, *Lb*, M_1, *F*, M_2, *K* und *W*, deren Bestimmung aus der Stromlaufskizze (Fig. 302) zu ersehen ist, werden durch einen angeschraubten Eisenblechdeckel geschützt.

Das Tischgehäuse M. 1900 unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen insbesondere durch die Art der Einschaltung von Wecker, Telephon und Mikrophon beim Gebrauch.

In der hohlen Metallscheibe *S* (vgl. Fig. 303) ist die unten mit dem Querbalken *L* verschraubte und oben in die Gabel *b* auslaufende Tragstange *t* in senkrechter Richtung leicht verschiebbar angeordnet. Ist der aus Telephon und Mikrophon bestehende Handapparat in die Gabel eingelegt, so wird der Wecker *W* über das Messingstück s_1 und die Feder s_3 in die Leitung eingeschaltet.

Wird dagegen der Handapparat aus der Gabel herausgenommen, so schnellt diese mit der Tragstange und dem Querbalken unter Einwirkung einer Spiralfeder in die Höhe, sodass über das Messingstück s_1 und die Feder s_2 die sekundäre Wicklung der Induktionsrolle *s* und der Fernhörer *F* in die Leitung geschaltet, und über das Messingstück *q* und die Feder *p* der primäre Mikrophonstromkreis geschlossen wird.

Zwischen der sekundären Wicklung der Induktionsspule *J* und der Feder s_2 ist eine Taste *T* angeordnet, deren Druckknopf aus der Deckplatte des Gehäuses herausragt. Beim Hören kann man zur Verstärkung der Lautübertragung durch Niederdrücken des Knopfes die sekundäre Wicklung der Induktionsrolle ausschalten.

An Stelle fester Drahtverbindungen zwischen Gehäuse und Deckel sind leicht lösbare Druckkontakte *f* angebracht; hierdurch wird das Auseinandernehmen des Gehäuses erleichtert.

Der Handgriff des Handapparats kann teleskopartig ausgezogen werden; der Abstand zwischen Mikrophon und Fernhörer lässt sich hierdurch innerhalb gewisser Grenzen verändern.

Jedem Tischgehäuse wird zur Verbindung der Zimmerleitung mit den Adern der Zuleitungsschnur des Gehäuses eine Klemmleiste beigegeben, die auch zur Anschliessung eines besonderen Weckers benutzt werden kann.

Sollen Kontrolelemente mit den Tischgehäusen M. 99 und 1900 nicht verbunden werden, so ist die Drahtverbindung zwischen den Klemmen *Lb* und *MK* der Klemmleiste durch eine Drahtverbindung zwischen der *Lb*- und der *C*-Klemme zu ersetzen.

Fernsprechgehäuse älterer Bauart.

Die Fernsprechgehäuse älterer Bauart. — Sie kommen in Stadtfernsprecheinrichtungen mit Einzelleitungsbetrieb zur Verwendung und sind entweder zu Batterieanruf oder Induktoranruf eingerichtet. Die Ausrüstung der aus poliertem Nussbaumholze gefertigten Gehäuse beider Arten umfasst: ein Mikrophon nebst Induktionsrolle, einen oder zwei Fernhörer mit seitlicher Schallöffnung, einen Hakenumschalter und einen Spindelblitzableiter oder einen Blitzableiter mit Abschmelzröllchen; ferner eine Taste und einen gewöhnlichen Wecker bei Gehäusen für Batterieanruf, dagegen einen gewöhnlichen oder polarisierten Wecker und einen dreilamelligen Kurbelinduktor bei Gehäusen für Induktoranruf. Ein Fernsprechgehäuse für Batterieanruf wird durch Fig. 304 veranschaulicht. Das Gehäuse für Induktoranruf sieht ähnlich aus, an die Stelle des Druckknopfes tritt die Induktorkurbel, die Batterieklemme *B* fehlt dagegen. Ein solches Gehäuse ist in Fig. 324 dargestellt.

Bei Fernsprechgehäusen für Zwischenstellen tritt der Ausrüstung noch ein zweiter Spindelblitzableiter oder ein Blitzableiter mit Abschmelzröllchen, ein Zwischenstellen- oder Knebelumschalter, sowie ein zweiter Wecker und bei Batterieanruf noch ein kleines Relais, bei Induktoranruf noch ein dritter, auf der Deckplatte des Gehäuses angebrachter Wecker hinzu. Der Knebel des Zwischenstellenumschalters kann drei Stellungen einnehmen: steht er senkrecht mit der Marke auf *D*, so ist die Leitung auf Durchsprechstellung geschaltet; wird der Knebel um 45° nach links gedreht, sodass die Marke auf V steht, so ist Sprechstellung nach der Vermittelungsanstalt genommen, während der andere Leitungszweig auf Wecker geschaltet ist; wird der Knebel aus der Durchsprechstellung um 45° nach rechts gedreht, sodass die Marke auf *S* steht, so ist Sprechstellung nach der zweiten Sprechstelle hin genommen, während der Leitungszweig vom Vermittelungsamt auf Wecker geschaltet ist. Neuerdings werden die Zwischenstellen, statt mit besonderen Zwischenstellengehäusen, mit Endstellengehäusen und einem Dosenumschalter, sowie einem zweiten Wecker ausgerüstet.

2. Die Zusatzapparate.

a) Die Hakenumschalter.

Sie bewirken einerseits die Einschaltung des Mikrophons und des Fernhörers, wenn der letztere vom Haken abgenommen wird, und andererseits die Ausschaltung des Mikrophons und des Fernhörers unter gleichzeitiger Einschaltung des Weckers, wenn der Fernhörer in den Haken eingehängt wird.

Haken-umschalter neuerer Bauart.

Der Hakenumschalter neuerer Bauart (Fig. 292 u. 296). Er besteht aus einem knieförmig gebogenen, vernickelten Stahlhebel *H*, der um den Endpunkt *c* (Fig. 296) drehbar an dem nach rückwärts abgebogenen Ende des Messingwinkels *w* (Fig. 292) festgeschraubt ist. In das Knie des Hebels ist seitlich ein Stift *t* eingesetzt, der zwei (in Fig. 292 links sichtbare) Messingcylinder trägt. Wird der Kniehebel infolge Wirkung der starken Spiralfeder *s* nach oben gezogen, so legen sich die Schleifkontaktfedern f_1 und f_2 gegen die beiden Messingcylinder, während sich die Feder f_3 von dem vorderen Messingcylinder entfernt. Der hintere Messingcylinder (unter f_2) ist gegen den vorderen und den Stift isoliert und mit einem flachen Ansatze versehen, welcher durch eine feine Spiralfeder mit der Klemme k_1 verbunden ist. An f_2 und k_1 liegen die beiden Zuführungen des Mikrophonstromkreises, an f_1 der Fernhörer, an f_3 der Wecker und an dem Winkel *w*, der direkt und durch eine kleine Spiralfeder mit dem Hebel und dadurch mit dem vorderen Cylinder verbunden ist, die Leitung.

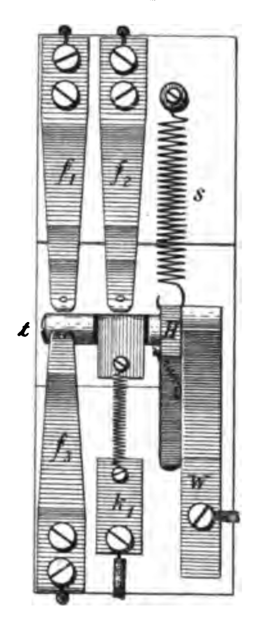


Fig. 292.

Wird der Kniehebel durch das Gewicht des angehängten Fernhörers nach unten gezogen, so entfernen sich die Messingcylinder von den oberen Kontaktfedern, und der vordere Messingcylinder kommt mit der unteren Feder f_3, an welcher der Wecker liegt, in leitende Verbindung. Mikrophonstromkreis und Hörstromkreis sind an den beiden Federn f_1 und f_2 unterbrochen. Bei abgehängtem Fernhörer wird der Mikrophonstromkreis über f_2—k_1 geschlossen und die Leitung über f_1 auf den Fernhörer gelegt.

Haken-umschalter älterer Bauart:

Die Hakenumschalter älterer Bauart. Sie sind in drei Formen noch vielfach im Betriebe vorhanden und zwar in den Fernsprechgehäusen für Batterieanruf und in den älteren Gehäusen für Induktoranruf.

mit zweiarmigem Hebel und Ambosskontakten;

Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Ambosskontakten (vgl. Fig. 182 u. 304). — Er besteht aus fünf Messingstücken mit je einer Klemmschraube zur Aufnahme der Zuführungsdrähte. Der stählerne Hakenhebel ist in das vordere Messingstück drehbar eingelagert. Sein hakenförmiges Ende ragt aus dem Gehäuse heraus; die Bewegung des anderen Hebelendes wird durch Kontakte an dem hintersten und dem mittleren säulenförmigen Messingstücke begrenzt. So lange der Fernhörer abgehängt ist, wird der mit der Leitung verbundene Hebel durch eine Spiralfeder auf das Messingsäulchen herabgezogen, von welchem der Stromweg zum Fernhörer führt. Gleichzeitig drückt ein in den Hebel eingesetzter Elfenbeinstift eine auf dem vierten Messingstücke befestigte Blattfeder auf das fünfte seitlich angebrachte Messingstück nieder und schliesst dadurch den Mikrophonstromkreis.

Bei angehängtem Fernhörer ist der Mikrophonstromkreis durch die Blattfeder unterbrochen und die Leitung über den oberen Kontakt auf den Wecker geschaltet.

mit einarmigem Hebel und Ambosskontakten;

Hakenumschalter mit einarmigem Hebel und Ambosskontakten. Ein vierkantiger, an dem einen Ende hakenförmig ausgearbeiteter Hebel ist mittelst einer stählernen Blattfeder an einer Messing-

schiene befestigt. Der Hebel spielt zwischen zwei Messingschienen; bei abgehängtem Fernhörer legt ihn die Blattfeder gegen die Kontaktschraube der oberen Schiene, dagegen überwindet der angehängte Fernhörer durch sein Gewicht die Spannung der Feder und legt den Hebel auf den Kontakt der unteren Schiene. Ein in den Hebel eingeschraubter Ebonitstift drückt bei abgehängtem Fernhörer eine an einer Messingschiene angeschraubte Blattfeder gegen eine zweite Messingschiene, wodurch der Mikrophonstromkreis geschlossen wird. Die Kontaktstellen sind, wie auch bei dem vorbeschriebenen Umschalter, sämtlich mit Platin besetzt. Der Hebel steht über die Blattfeder mit der Leitung, der obere Anschlagkontakt steht mit dem Fernhörer und der untere mit dem Wecker in Verbindung.

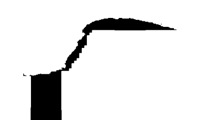
mit zweiarmigem Hebel und Schleifkontakten.

Hakenumschalter mit zweiarmigem Hebel und Schleifkontakten. — Der Hakenhebel trägt annähernd in seiner Mitte ein mit einer Schneide aus Neusilberblech versehenes Querstück und nahe seinem Ende einen mittelst einer Hartgummihülse gegen ihn isolierten Stahlstift. Die Kontakte bilden vier Neusilberfedern, die mit einem Ende an je eine Messingschraube angeschraubt sind; die Bewegung dieser an dem freien Ende nasenförmig gebogenen Federn wird einerseits durch die betreffende Messingschiene, andererseits durch den Kopf einer kleinen in die Schiene eingelassenen Schraube begrenzt. Die beiden hinteren Federn berühren den isolierten Stahlstift des Hebels, wenn der Fernhörer nicht am Haken hängt und daher der im Inneren des Gehäuses befindliche Hebelarm durch die an ihm befestigte Spiralfeder nach unten gezogen wird. In dieser Hebellage berührt die vordere kürzere Feder die Schneide des Querstücks. Wird der Hakenhebel durch das Gewicht des Fernhörers umgelegt, so werden diese drei Schleifkontakte getrennt und der Hebel tritt mit der vorderen längeren Feder in Verbindung, an welcher der Wecker liegt. An den beiden hinteren Schleiffedern liegen die Mikrophonzuführungen, an der vorderen kürzeren Schleiffeder die sekundäre Induktionsspule nebst Fernhörer.

b) Die Tasten.

Sie dienen zum Ein- und Ausschalten der Stromquelle insbesondere bei Verwendung von Fernsprechsystemen für Batterieanruf und haben allgemein die in Fig. 304 schematisch dargestellte Einrichtung. Eine auf der obersten von drei Messingschienen aufgeschraubte Feder legt sich gegen eine Kontaktschraube, die durch den mittleren Teil eines auf der Mittelschiene befestigten, rechtwinklig aufgebogenen Bügels hindurchgreift. Die Kontaktstellen sind mit Platin belegt. In die unterste Schiene ist ein Platinkontaktstift eingesetzt, welchem ein auf der Feder befestigtes Platinplättchen gegenübersteht. Ein in die Gehäusethür eingelassener Messingdorn mit Druckknopf liegt bei geschlossener Thür gegenüber der untersten Schiene leicht an der Feder. Wird der Knopf gedrückt und dadurch die Feder an die untere Schiene gepresst, so gelangt ein Strom aus der Batterie oder vom Induktor über die unterste Schiene, die Feder und die oberste Schiene in die Leitung. Bei ruhender Taste ist die Leitung über die oberste Schiene, die Feder und die Mittelschiene mit den übrigen Apparaten verbunden. Bei einer einfacheren Ausführung dieser Taste ist der Messingwinkel durch eine Messingschiene ersetzt, welche auf der vorderen schmalen Seite des Tastengrundbretts befestigt ist und an ihrem

26*



über das Brett hinausragenden Teile eine Kontaktschraube trägt, gegen welche sich der Tastenhebel legt, der hier aus einer Blattfeder mit Messingstreifenansatz besteht.

c) Die Blitzableiter für Fernsprechgehäuse.

Die in den Fernsprechgehäusen für den Doppelleitungsbetrieb enthaltenen Blitzschutzvorrichtungen sind Kohlenblitzableiter; die Fernsprechgehäuse für den Einzelleitungsbetrieb mit Induktor haben meist Blitzableiter mit Abschmelzröllchen und die Fernsprechgehäuse für Batterieanruf Spindelblitzableiter wie die Gehäuse für Telegraphenleitungen mit Induktionsweckbetrieb.

Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung.

Der Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung (Fig. 293 a). Zwei Paare von aufeinandergelegten Kohlenplatten werden durch die Federn f_3, gegen die mit Erde verbundene Messingplatte s gedrückt. Von jedem Paare dient die obere Kohlenplatte als Leitungsplatte und die untere als Erdplatte; beide werden durch isolierende Zwischenblättchen aus imprägniertem Papier in einer Entfernung von etwa 0,15 mm auseinander gehalten.

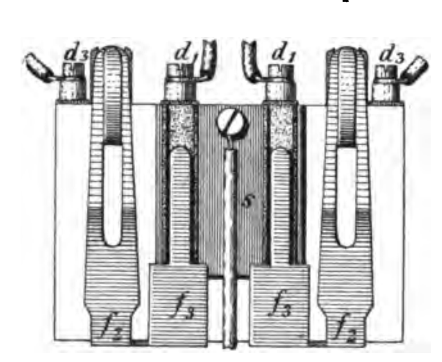


Fig. 293 a.

Die oberen Kohlenplatten stehen einerseits über die Federn f_3 und deren um das Grundbrett herumgelegten Verlängerungen mit den Leitungsklemmen d_1 und andererseits über die an der Unterkante des Grundbretts mit den Federn f_3 zusammenhängenden Federn f_2, die Schmelzpatrone r und die Klemmen d_3 mit den Apparaten in Verbindung.

Die etwa auf der Leitung heranströmende atmosphärische Elektrizität nimmt ihren Weg über die Klemme d_1, die Feder f_3 und die obere Kohlenplatte, springt zur unteren Kohlenplatte über und fliesst über die Messingschiene s in die Erdleitung ab.

Die Schmelzpatrone.

Die Schmelzpatrone (Fig. 293 b). — Sie dient als Feinsicherung zum Schutze gegen etwaige in die Leitung übergehende Starkströme. Die Patrone wird zwischen die Blattfedern f_1 und f_2 eingeklemmt, ist also hinter dem Blitzableiter eingeschaltet und wird durch diesen geschützt. In der Schmelzpatrone durchfliesst der Strom eine Spule aus isoliertem Nickeldraht und erwärmt sie, wenn er die Stärke von ungefähr 0,22 Ampere erreicht hat, soweit, dass das im Innern der Spule befindliche Woodsche Metall zum Schmelzen kommt, wodurch die feste Verbindung des Stiftes s_4 mit der Schmelzpatrone aufgehoben wird. Die Feder f_2 reisst alsdann den Stift s_4 aus der Patrone heraus, wodurch die Leitung nach den Apparaten unterbrochen wird. Die beiden Federn f_1 und f_2 sind durch das Holz des Grundbretts voneinander isoliert. f_1 ist mit d_3 verbunden.

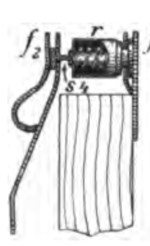


Fig. 293 b.

Kohlenblitzableiter für eine Einzelleitung.

Der Kohlenblitzableiter für eine Einzelleitung. Er entspricht in seiner Bauart der einen Hälfte des Blitzableiters für eine Doppelleitung und kommt da zur Verwendung, wo Fernsprechgehäuse älterer Bauart mit Einzelblitzableitern bei Einführung des Doppelleitungsbetriebs weiter benutzt werden sollen.

Blitzableiter mit Abschmelzröllchen.

Der Blitzableiter mit Abschmelzröllchen (Fig. 294). Auf eine hölzerne Grundplatte sind drei Messingschienen s_1, s_2, s_3 aufgeschraubt, von welchen die beiden unteren durch die aufgesetzten, sägeförmig ausgeschnittenen Messingplatten, deren Zahnspitzen dicht einander gegenüberstehen, als Spitzenblitzableiter wirken. Die untere Platte steht mit der Leitung, die mittlere mit der Erde und die obere mit den übrigen Apparaten in Verbindung.

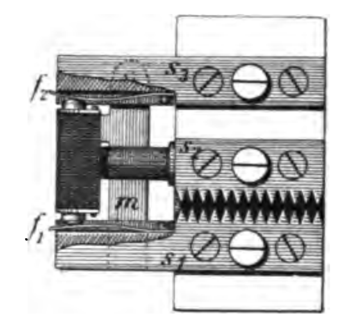


Fig. 294.

Die obere und die untere Messingschiene ragen mit einem Teile über das Grundbrett hervor; sie sind hier an den einander zugekehrten Seiten mit Nuten versehen, in welchen die messingenen Blattfedern f_1 und f_2 so befestigt sind, dass ihr freies Ende etwas aus der Nute heraustritt.

An der unteren Schiene, und zwar an der dem Grundbrette zugekehrten Seite, ist ferner eine Blattfeder *m* angeschraubt, die sich mit ihrem freien Ende gegen einen an der oberen Schiene befestigten Platinkontakt legt.

In die mit der Vorderkante des Grundbretts abschneidende mittlere Schiene ist ein aufgeschlitzter Messingstift eingeschraubt, auf den ein Abschmelzröllchen aufgeschoben wird. Dieses besteht aus einem kurzen Messingrohre mit isolierendem Handgriff aus Hartgummi. Auf den Stirnflächen des Griffes sind kleine Messingbleche aufgeschraubt; von dem einen Bleche führt ein feiner isolierter Kupferdraht in einer Nute des Messingröhrchens herunter und dann in vielen, dicht aneinander liegenden Windungen an dem Röhrchen wieder in die Höhe und zu dem Messingbelag an der entgegengesetzten Seite des Handgriffs. Das Abschmelzröllchen wird auf den Stift der Mittelschiene so aufgesetzt, dass die Feder *m* zurückgeschoben und dadurch einerseits die unmittelbare Verbindung zwischen oberer und unterer Schiene unterbrochen, andererseits ein Stromweg von der Leitung über die untere Schiene, die Feder f_1, durch den Umwindungsdraht des Röllchens, die Feder f_2 und die obere Schiene nach den Apparaten hergestellt wird.

Starke Entladungsströme atmosphärischer Elektrizität werden, soweit sie nicht bereits über den durch untere und mittlere Schiene gebildeten Spitzenblitzableiter zur Erde gelangen, die dünne Umspinnung des Röllchendrahts durchschlagen und unter Umständen den Draht selbst schmelzen.

Die Enden des beschädigten Drahtes treten dann in leitende Verbindung mit dem Messingstifte der Mittelschiene, durch welche die atmosphärische Entladung zur Erde abfliesst. Muss nach einer derartigen Entladung das Abschmelzröllchen wegen Beschädigung der Bewicklung herausgenommen werden, so legt sich die seitliche Feder wieder gegen den Kontakt der oberen Schiene und stellt dadurch die Verbindung zwischen Leitung und Sprechsystem so lange her, bis ein neues Röllchen eingesetzt wird.

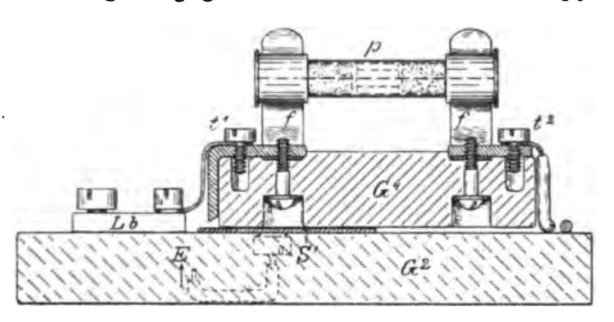
Blitzableiter für Apparate, welche gegen Starkstrom zu sichern sind, erhalten Abschmelzröllchen mit Feinsicherung, wie solche bei den Erörterungen über „Schmelzsicherungen“ genauer beschrieben werden.

Blitzableiter mit Abschmelzröllchen für zwei Leitungen. — Sie sind mehrfach in solchen Fernsprechgehäusen für Endstellen angebracht worden, welche zum Schutze gegen Starkstromgeräusche mit einer Rückleitung versehen werden mussten. Ein solcher Doppelblitzableiter be-

steht im wesentlichen aus zwei nebeneinander auf einem hölzernen Grundbrett angeordneten Blitzableitern mit Abschmelzröllchen von der vorbeschriebenen Einrichtung. Nur kommen dabei die gezahnten Messingplatten auf den beiden unteren Schienen in Wegfall, dafür tragen die beiden Leitungsschienen seitliche scharfe Querreifelungen, während die zwischen diesen Schienen liegende gemeinschaftliche Erdschiene an ihren Seitenflächen mit scharfen Längsreifelungen versehen ist.

Das Sicherungskästchen.

Das Sicherungskästchen (Fig. 295). Es wird den neuen Fernsprechgehäusen, in welche keine Blitzableiter eingebaut sind, als Blitzschutzvorrichtung beigegeben und enthält einen Doppel-Kohlenblitzableiter nebst Feinsicherungen aus Woodschem Metall, wie vorher beschrieben, sowie zum Schutz gegen Starkstromgefahr eine Grobsicherung für zwei Leitungen.



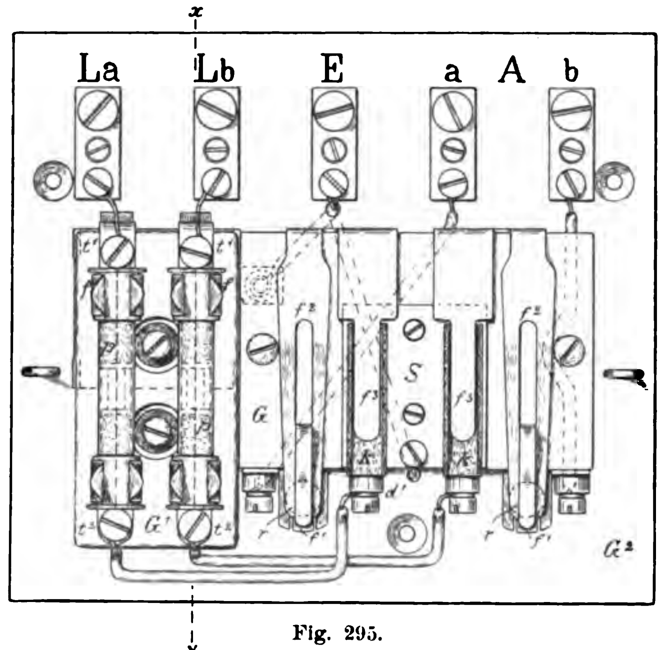


Fig. 295.

Die Grobsicherung besteht aus einer Porzellangrundplatte G_1, auf welcher an dem einen Ende zwei mit Messingschrauben ausgerüstete und rechtwinklig nach unten gebogene Messingstreifen t^1 und an dem anderen Ende ebenfalls zwei mit Messingschrauben versehene gerade Messingstreifen t^2 festgeschraubt sind. An den Messingstreifen sind die zum Festklemmen der Schmelzpatrone dienenden Bronzefedern f befestigt. Unter der Porzellangrundplatte ist eine Zinkplatte S^1 als Erdplatte angebracht; sie bildet mit den von ihr 1,35 mm abstehenden Unterkanten der rechtwinklig gebogenen Messingstreifen t^1 einen Schneidenblitzableiter.

Der Schmelzdraht der Schmelzpatrone besteht aus 0,3 mm starkem Rheotandraht; er ist centrisch und gerade durch das Glasröhrchen der Schmelzpatrone geführt und in der Mitte auf 5 mm durch ein dünnes Glasröhrchen geschützt, das auf beiden Seiten mit Scheibchen von Asbestpapier abgeschlossen ist. Der übrige Raum der Schmelzpatrone ist mit getrock-

netem Schmirgelpulver angefüllt. Zum luftdichten Abschluss der Schmelzpatrone dienen Kupferkappen, die mit den Schmelzdrahtenden verlötet und mit nicht hygroskopischem Kitte auf der Glasröhre befestigt sind.

Stromweg: Leitungsklemme *La* — Grobsicherungspatrone *p* — Messingschiene t^2 — Klemme d^1. Diese Klemme steht durch einen unterhalb des Grundbretts *G* des Kohlenblitzableiters geführten Metallstreifen mit den Federn f^3 und f^2 in Verbindung. Von ihr führt der Stromweg einerseits über die Feder f^3 zu der als Leitungsplatte dienenden Kohlenplatte *k* und andererseits über die Feder f^2 zur Feinsicherung *r*, weiter zur Feder f^1 und über die mit dieser in Zusammenhang stehende Klemme zur Apparatklemme *Aa* und von da zur Leitungsklemme *La* des zu schützenden Fernsprechgehäuses.

Der Stromweg von der Leitungsklemme *Lb* des Sicherungskästchens zur Leitungsklemme *Lb* des Gehäuses ist gleichartig.

Gelangt atmosphärische Elektrizität auf den beiden Leitungszweigen bis zu den Kohlenplatten *k*, so springt sie von diesen auf die darunterliegenden Kohlenplatten über und fliesst über die Messingplatte *S* zur Erde.

Wenn die Grobsicherung zerstört ist, können starke atmosphärische Entladungen noch über den Schneidenblitzableiter t^1 S^1 zur Erde gelangen. Werden die Sicherungskästchen in Anlagen verwendet, in denen eine Starkstromgefahr nicht besteht, so können die Grobsicherungspatronen herausgenommen und die Klemmen der Messingschienen t^1 und t^2 durch isolierte Drähte unmittelbar verbunden werden.

Fehler in den Blitzableitern.

Fehler in den Blitzableitern. Die gewöhnlich auftretenden Fehler bestehen in Erdschlüssen oder in Unterbrechungen. Die Ursache ist in der Regel in Blitzbeschädigungen zu suchen. Entweder werden durch den Blitz die Umwindungsdrähte der Blitzableiterspindeln oder der Abschmelzröllchen durchgebrannt, ohne dass eine leitende Verbindung mit der Erde hergestellt wird, sodass also eine Unterbrechung entsteht, oder es werden die Umwindungsdrähte mit dem Erdkörper des Blitzableiters und bei den Kohlenblitzableitern die beiden Kohlenplatten zusammengeschmolzen, sodass ein Erdschluss entsteht. Ein Erdschluss tritt auch dann auf, wenn die Spitzen der beiden Messingschienen bei den Spindelblitzableitern und den Blitzableitern mit Abschmelzröllchen durch Blitzwirkung zusammengeschmolzen oder durch Drahtreste in leitende Verbindung gekommen sind.

Bei den Kohlenblitzableitern kommen besonders leicht Erdschlüsse vor. Blosse Erschütterungen der Kohlenblitzableiter können schon zur Folge haben, dass feine Kohlenteilchen von den Kohlenplatten losgelöst werden und, indem sie in den isolierenden Zwischenraum zwischen den letzteren geraten, Erdschluss hervorrufen.

Prüfung der Kohlenblitzableiter.

Prüfung der Kohlenblitzableiter. — Vor Ingebrauchnahme der Kohlenblitzableiter ist jedesmal mittelst eines Trockenelements und eines Galvanoskops zu prüfen, ob die sich gegenüberliegenden Kohlenplatten gut voneinander isoliert sind. Bei der Prüfung wird der eine Pol des Elements mit der Erdplatte verbunden, worauf mit dem freien Ende eines am anderen Pole befestigten Drahtes, in den auch das Galvanoskop eingeschaltet ist, nacheinander die Patronen der Feinsicherungen berührt werden. Kohlenplatten, bei deren Prüfung das Galvanoskop Strom anzeigt, sind zu reinigen. Das Herausnehmen der Kohlenplatten ist so vorsichtig auszuführen, dass kein Kohlenstaub gebildet wird. Zum Herausnehmen der Kohlenplatten und Schmelzpatronen dienen besondere Zangen.

VIII. Die Sprechstellenschaltungen.

Wo die örtlichen Verhältnisse es aus Betriebsrücksichten zweckmässig erscheinen lassen, wird bei Einzelleitungsbetrieb in die Erdleitung für die Sprechapparate und bei Doppelleitungsbetrieb in einen der beiden Leitungszweige ein Kontrolelement eingeschaltet. Diese Einrichtung bietet dem Beamten der Vermittelungsanstalt die Möglichkeit, jederzeit ohne Rückfrage prüfen zu können, ob eine von ihm hergestellte Verbindung zweier Anschlussleitungen noch gebraucht wird oder nicht. Solange bei einer der verbundenen Sprechstellen der Fernhörer nicht am Hakenumschalter hängt, liegt das Kontrolelement im Stromkreis und verursacht im Fernhörer des sich einschaltenden Beamten der Vermittelungsanstalt ein leises Knacken. Das Kontrolelement ist dagegen ausgeschaltet, ein Knacken bei der Vermittelungsanstalt also nicht wahrnehmbar, wenn bei jeder der verbundenen Sprechstellen der Fernhörer am Hakenumschalter hängt. Bei den Gehäusen für Induktoranruf wird als Kontrolelement eines der beiden Mikrophonelemente mitbenutzt, bei Gehäusen für Batterieanruf wird das Kontrolelement von der Weckbatterie abgezweigt.

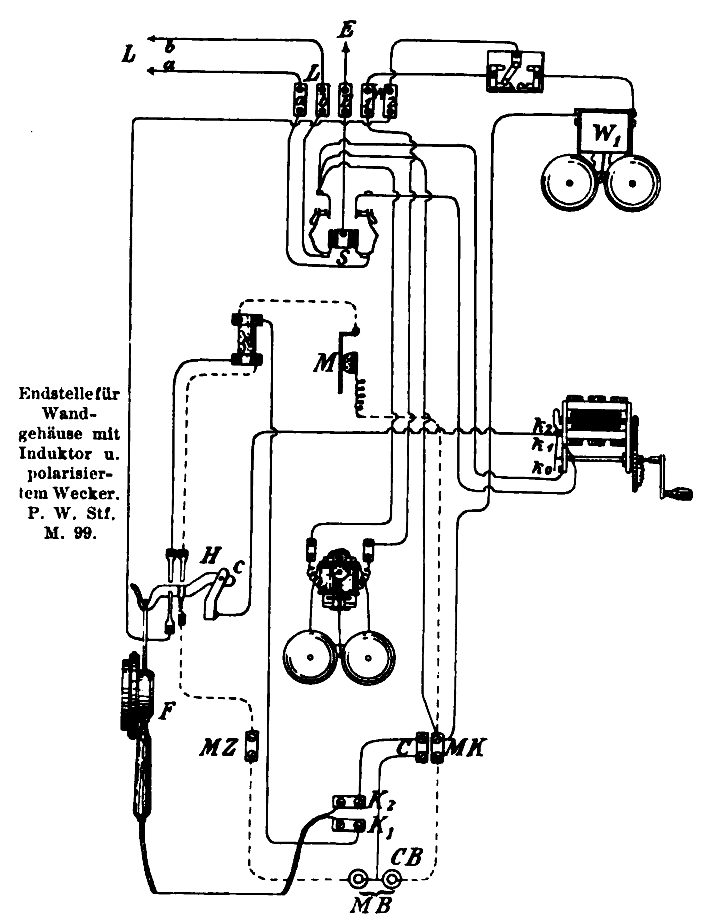


Fig. 296.

Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor u. polarisiertem Wecker. P. W. Stf. M. 99.

Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker P. W. Stf. M. 99 (Fig. 296).

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom: Leitung *La* — Kohlenblitzableiter (Kohlenplatte und Schmelzpatrone) — Induktor (Klemme k_1, Umwindungen, Klemme k_0) — Kohlenblitzableiter (Schmelzpatrone und Kohlenplatte) — Leitung *Lb* oder bei Einzelleitungsbetrieb Erde.

2. Stromkreis für den ankommenden Weck-

strom: Leitung La — Kohlenblitzableiter — Klemmen k_1 und k_2 des Induktors — Hebel des Hakenumschalters — unterer Schleifkontakt — Weckerklemmen W_2 und W_1 (die Weckerklemmen sind durch eine in der Figur weggelassene vernickelte Messingspange verbunden) — Wecker — Kohlenblitzableiter — Leitung Lb oder bei Einzelleitungsbetrieb Erde.

3. Mikrophonstromkreis: Klemme MZ — Mikrophonbatterie MB — Klemme MK — Mikrophon M — primäre Rolle der Induktionsspule — rechter oberer Schleifkontakt des Hakenumschalters — isoliertes Stück des Hakenhebels — Klemme MZ.

4. Hörstromkreis: Leitung La — Kohlenblitzableiter — Klemmen k_1 und k_2 des Induktors — Hebel des Hakenumschalters — linker oberer Schleifkontakt — sekundäre Spule der Induktionsrolle — Klemme K'_1 — Fernhörer — Klemmen K_2 und C — Kontrolelement CB — Klemme MK — Kohlenblitzableiter — Leitung Lb oder Erde bei Einzelleitungsbetrieb.

Wird bei der Sprechstelle ein Kontrolelement nicht verwendet, so ist der vom Blitzableiter der Leitung Lb zur Klemme MK führende Draht von dieser Klemme zu lösen und an Klemme C zu legen.

Einschaltung eines zweiten Weckers. —

Einschaltung eines zweiten Weckers.

a) Endstelle in einer Doppelleitung mit einem zweiten, bei Ausschaltung des Gehäuseweckers in Thätigkeit tretenden Wecker (Fig. 296). — Die Einschaltung erfolgt unter Verwendung eines Umschalters V, von der durch Fig. 297 veranschaulichten Bauart, dessen Kurbel mit der Klemme W_2, dessen linke Schiene mit der Klemme W_1 und dessen rechte Schiene mit dem zweiten Wecker W_1 verbunden ist. Von dem zweiten Wecker führt ferner ein Draht zur Klemme MK des Gehäuses; ist bei der Stelle ein Kontrolelement nicht vorhanden, so wird dieser Draht statt an die Klemme MK an die Klemme C gelegt. Die Verbindungsspange zwischen den Klemmen W_1 und W_2 ist bei dieser Schaltung abzunehmen.



Fig. 297.

Stromlauf bei Einschaltung des zweiten Weckers: Leitung La — Kohlenblitzableiter — Induktorklemmen k_1 und k_2 — Hakenumschalter — unterer Schleifkontakt — Klemme W'_2 — Umschalterkurbel — rechte Umschalterschiene — zweiter Wecker — Klemme MK — Kohlenblitzableiter — Leitung Lb.

b) Endstelle in Einzel- oder Doppelleitung mit einem zweiten, gleichzeitig mit dem Gehäusewecker in Thätigkeit tretenden Wecker. — Die Schaltung unterscheidet sich von der unter *a* dadurch, dass der zweite Wecker nicht mit der Klemme MK, sondern mit der linken Schiene des Umschalters V verbunden ist. Zur Einschaltung des zweiten Weckers ist die Kurbel nach rechts zu drehen.

Stromlauf: Leitung La — Kohlenblitzableiter — Induktorklemmen k_1 und k_2 — Hakenumschalter — unterer Schleifkontakt — Klemme W'_2 — Umschalterkurbel — rechte Umschalterschiene — zweiter Wecker — linke

Umschalterschiene — Klemme W_1 — Gehäusewecker — Kohlenblitzableiter — Leitung *Lb*.

c) Endstelle in einer Einzelleitung mit einem zweiten, bei Ausschaltung des Gehäuseweckers in Thätigkeit tretenden Wecker. — Die Schaltung unterscheidet sich von der unter a dadurch,

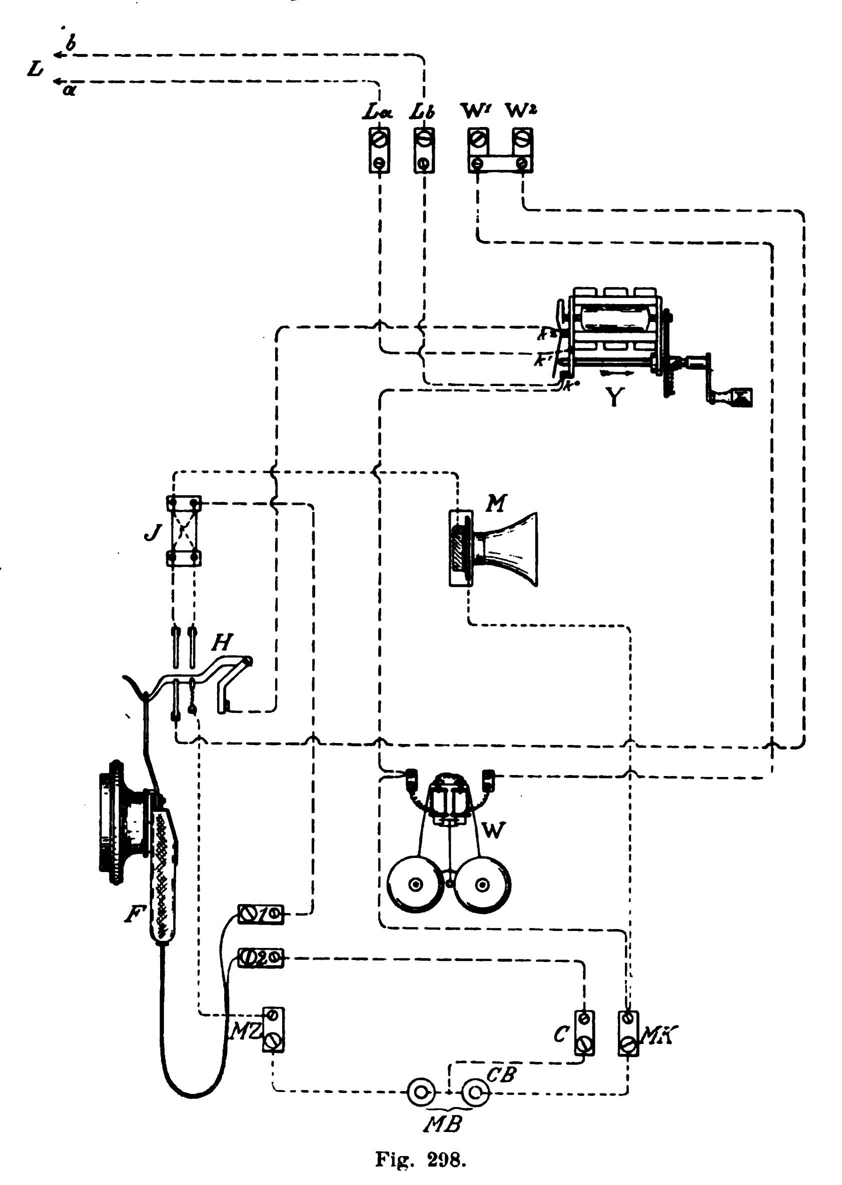


Fig. 298.

dass die Gehäuseklemme *Lb* und das Ende der Rollenwindungen des zweiten Weckers an Erde liegen.

Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor u. polar. Wecker. Stf. M. 1900.

Endstelle für Wandgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker Stf. M. 1900 (Fig. 298). Der Stromlauf ist an der Hand der Figur und der Beschreibung der Stromwege der mit Wandgehäusen M. 99 ausgerüsteten Fernsprechendstellen leicht zu verfolgen.

Endstelle mit pultförmigem Gehäuse für den Fernverkehr.

Endstelle mit pultförmigem Gehäuse für den Fernverkehr (F. P. 1900) (Fig. 299). Das Gehäuse für den Fernverkehr kommt in Sprechstellen mit lebhaftem Fernverkehr als besonderer Apparat neben dem Hauptapparate für den Sprechverkehr im Orte zur Verwendung. Der Hauptapparat ist ebenfalls nach Fig. 299 geschaltet, nur fällt bei ihm die mit 3 bezeichnete Klemme weg und es tritt an Stelle des Fernhörers mit Schalthebel ein

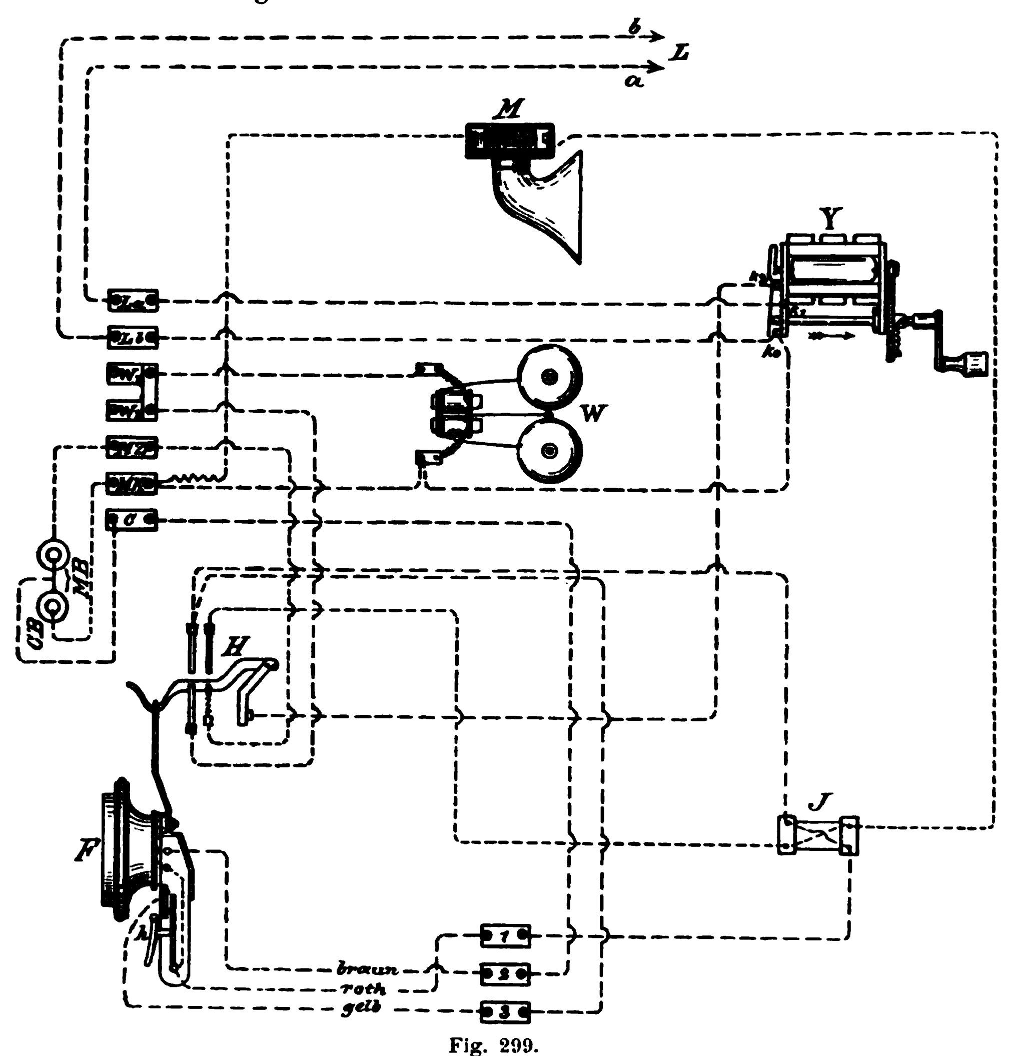


Fig. 299.

gewöhnlicher Fernhörer mit zweiadriger Schnur und an Stelle des Mikrophons von Berliner ein solches von Mix & Genest oder von Stock & Cie.

Wird das Gehäuse für den Fernverkehr in Benutzung genommen, so ist beim Sprechen der Hebel *h* am Fernhörer niederzudrücken, sodass ausser dem Fernhörer *F* die sekundäre Wicklung der Mikrophoninduktionsrolle *J* eingeschaltet ist.

Beim Hörer wird die Lautwirkung dadurch verstärkt, dass durch Loslassen des Hebels *h* die sekundäre Wicklung der Induktionsrolle *J* kurz geschlossen wird. Beim Antworten muss natürlich jedesmal der Hebel wieder niedergedrückt werden.

Sprechstellen mit zwei Wandgehäusen.

Sprechstellen mit zwei Wandgehäusen Stf. M. 1900 (Fig. 300). Ist die Sprechstelle durch eine Doppelleitung an das Vermittelungsamt angeschlossen, so erfolgt die Einschaltung der beiden Gehäuse unter Verwen-

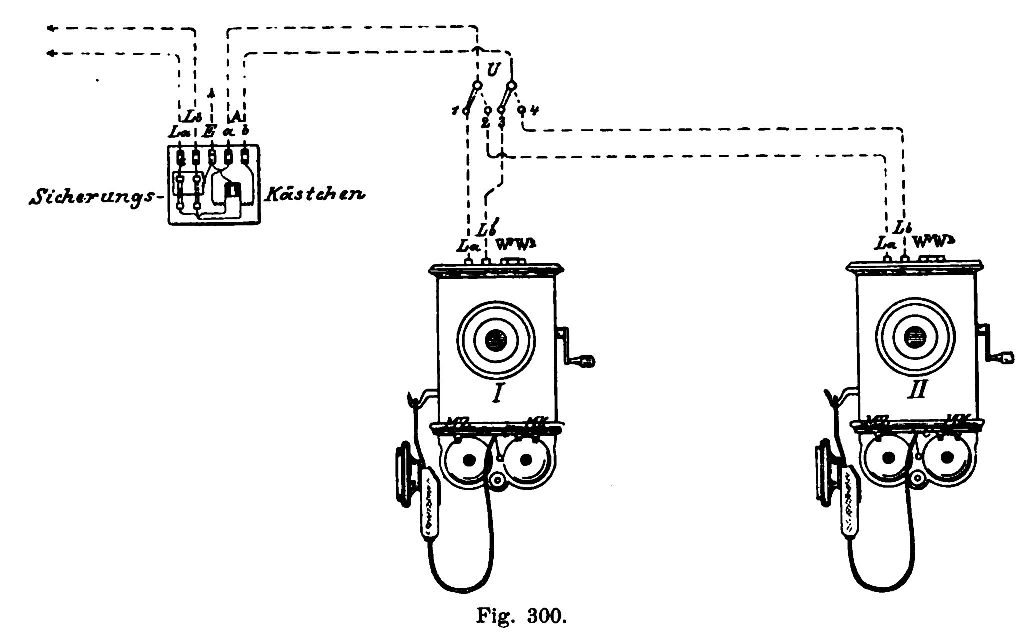


Fig. 300.

dung eines doppelten Kurbelumschalters U (Nr. V a) Fig. 301. Handelt es sich dagegen um eine Einzelanschlussleitung, so ist dieser Umschalter durch einen einfachen Umschalter V zu ersetzen und die Lb-Klemme des Gehäuses an Erde zu legen. Dem zweiten Apparat ist ein besonderes Sicherungskästchen überall da vorzuschalten, wo zur Verbindung mit dem Hauptapparat eine Aussenleitung dient.


Endstelle für Tischgehäuse mit Induktor u. polarisiertem Wecker. M. 99.



Fig. 301.

Endstelle für Tischgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker M. 99 (Fig. 302). Befindet sich der Schalthebel des Fernhörers in der Ruhelage, so berühren die Federn f_1 und f_2 die oberen Kontakte. Hierdurch ist der Wecker eingeschaltet. Wird der Schalthebel niedergedrückt, so legen sich die Federn f_1 und f_2 gegen die unteren Kontakte und es werden hierdurch Mikrophon und Fernhörer eingeschaltet.

1. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom: Leitung La — Kohlenplatte des Blitzableiters — Schmelzpatrone — Klemme La des Blitzableiterkästchens und des Tischgehäuses — Klemmen k_1 und k_2 des Kurbelinduktors — Klemme K des Tischgehäuses — Feder f_2 — oberer Kontakt der Feder f_2 — Weckerklemme W des Tischgehäuses — Wecker — Klemmen $L\,b$ des Tischgehäuses und Blitzableiterkästchens — Verbindungsspange und Klemme W — Schmelzpatrone — Kohlenplatte — Leitung Lb.

2. Stromkreis für den **abgehenden Weckstrom**: Leitung *La* — Kohlenplatte — Schmelzpatrone — Klemme *La* — Induktor (Klemme k_1, Windungen, Klemme k_0) — Klemme *Lb* — Schmelzpatrone und Kohlenplatte des Leitungszweiges *Lb* — Leitung *Lb*.

3. **Mikrophonstromkreis**: Klemmen *MK* des Blitzableiterkästchens und des Tischgehäuses — primäre Spule der Induktionsrolle — Klemme M_1 — Mikrophon — Feder f_1 — unterer Kontakt der Feder f_1 — Klemmen M_2 und *MZ* des Tischgehäuses — Klemme *MZ* des Blitzableiterkästchens — Mikrophonbatterie *MB* — Klemme *MK* des Blitzableiterkästchens.

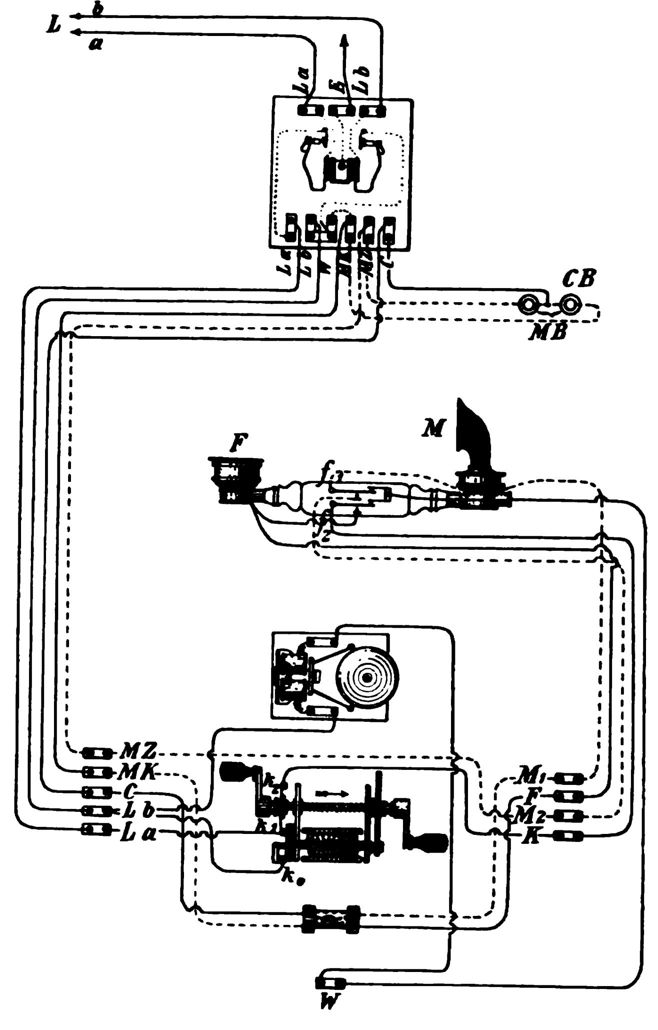


Fig. 302.

4. **Hörstromkreis**: Leitung *La* — Kohlenplatte und Schmelzpatrone — Klemmen k_1 und k_2 des Induktors — Feder f_2 — unterer Kontakt — Fernhörer — sekundäre Spule der Induktionsrolle — Kontrolelement — Klemmen *MK* und *W* des Blitzableiterkästchens — Schmelzpatrone und Kohlenplatte — Leitung *Lb*.

Soll das Tischgehäuse an eine Einzelleitung angeschlossen werden, so tritt an Stelle des *b*-Drahtes die Erdleitung. Wo Kontrolelemente bei den Teilnehmern nicht aufgestellt sind, ist im Blitzableiterkästchen an Stelle der Drahtverbindung zwischen der *W*- und *MK*-Klemme eine Wachsdrahtverbindung zwischen der *W*- und *C*-Klemme herzustellen; die Verbindung von *C* nach der Batterie fällt dann weg.

Endstelle für Tischgehäuse mit Induktor und polar. Wecker M. 1900.

Endstelle für Tischgehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker M. 1900 (Fig. 303). Der Stromlauf ist an der Hand der Schaltungsskizze und der Beschreibung des Tischgehäuses auf Seite 400 leicht zu verfolgen. Die Schaltungsskizze sieht einen zweiten bei Ausschaltung des Gehäuseweckers *W* durch Umlegen der Umschalterkurbel in Thätigkeit tretenden Wecker W^1 vor.

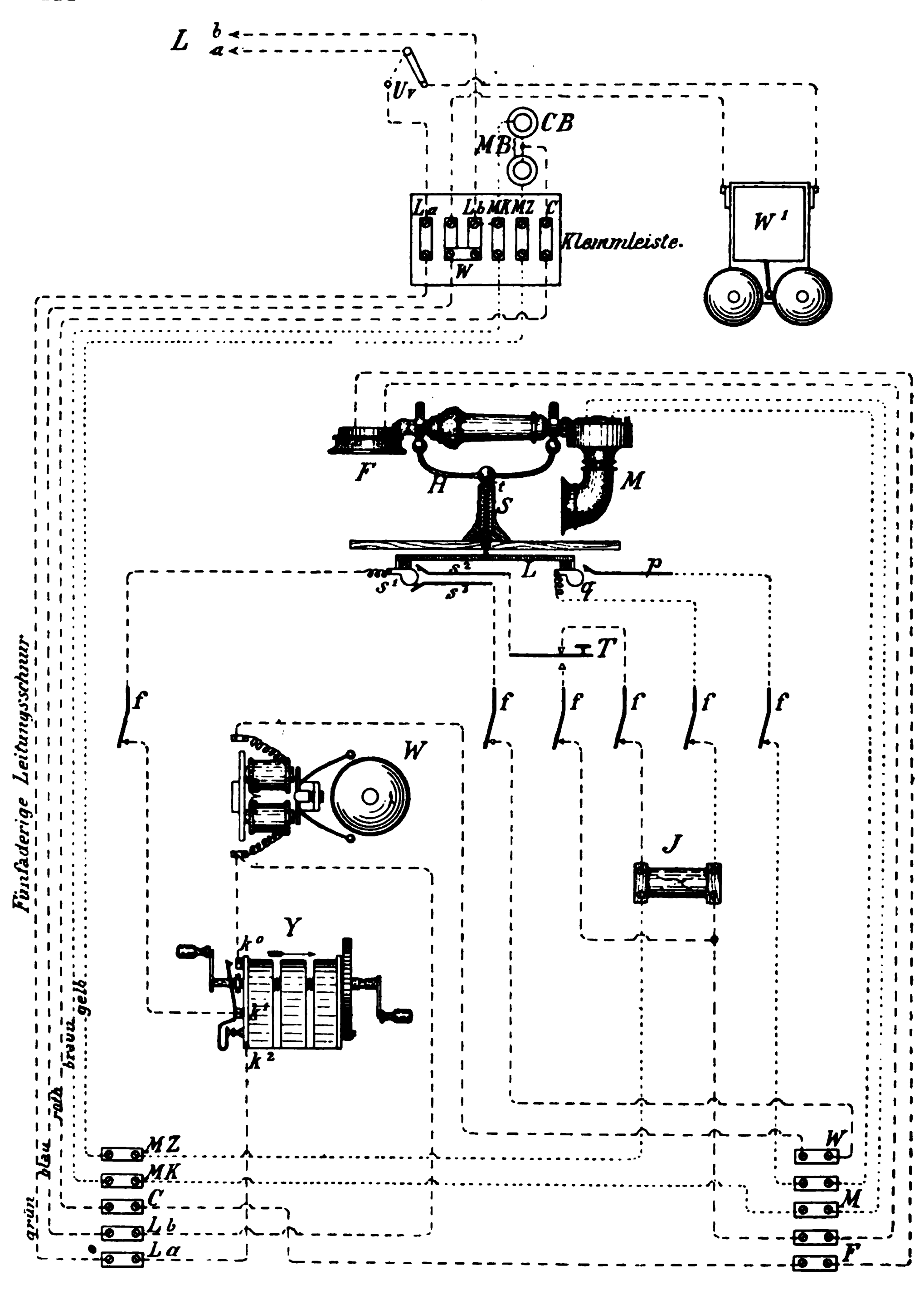


Fig. 303.

Endstelle für Wandgehäuse mit Batterieanruf.

Endstelle für Wandgehäuse mit Batterieanruf (Fig. 304). 1. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom: Leitung *L* — Klemme *L* — Spindelblitzableiter — Taste — Hakenumschalter — Wecker — Erdschiene des Spindelblitzableiters — Klemme *E* — Erde.

2. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom: Erde — Weckbatterie LB — Klemme B — Taste — Spindelblitzableiter — Leitung.

3. Mikrophonstromkreis: Klemme K_3 — Mikrophonbatterie MB — Klemme K_4 — Mikrophon — primäre Induktionsrolle — Blattfederkontakte des Hakenumschalters — Klemme K_3.

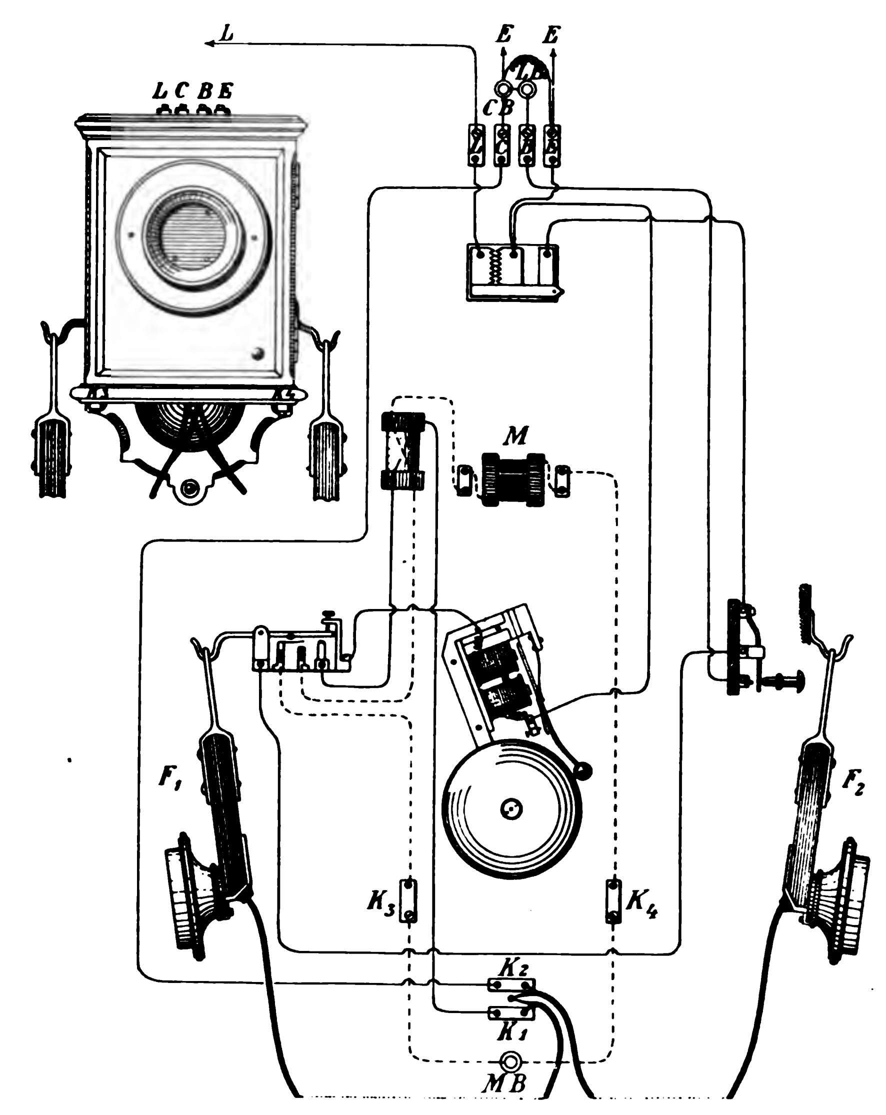


Fig. 304.

4. Hörstromkreis: Leitung L — Spindelblitzableiter — Taste — Hakenumschalter (Hebel und Säulchenkontakt) — sekundäre Rolle der Induktionsspule — Klemme K_1 — Fernhörer F_1 und F_2 — Klemme K_2 — Klemme C — Kontrolelement — Erde.

Fernsprechzwischenstelle in einer Doppelleitung (Fig. 305a bis d). Zur Einrichtung einer Fernsprechzwischenstelle in einer Doppelleitung wird das gewöhnliche Endstellengehäuse mit Induktor und polarisiertem Wecker

Fernsprech-zwischen-stelle in einer Doppel-leitung.

unter Vorschaltung eines Zwischenstellenumschalters und Anschaltung eines zweiten polarisierten Weckers benutzt.

Der Zwischenstellenumschalter.

Der Zwischenstellenumschalter. — Auf einer isolierenden Grundplatte sind acht messingene Stromschlussstücke c_1 bis c_8 (Fig. 305d) befestigt und mit acht am oberen Rande der Grundplatte sitzenden Klemmen verbunden. Diese Klemmen tragen die Bezeichnung $1a$, $1b$, $2a$, $2b$ für die Doppelleitungszweige, AA für die Sprechapparatzuführungen und WW' für die Zuführungen zum zweiten Wecker. Oberhalb der Stromschlussstücke ist auf der scheibenartigen Erweiterung einer senkrechten Messingachse eine Hartgummischeibe so angeordnet, dass die an ihrer unteren Fläche befestigten Kontaktfedern f_1 bis f_4 auf den Stromschlussstücken bei Drehung der Scheibe mittelst des am oberen Achsenende sitzenden Knebels u schleifen. Der Knebel ragt durch den Schutzkasten des Umschalters hindurch; mittelst desselben

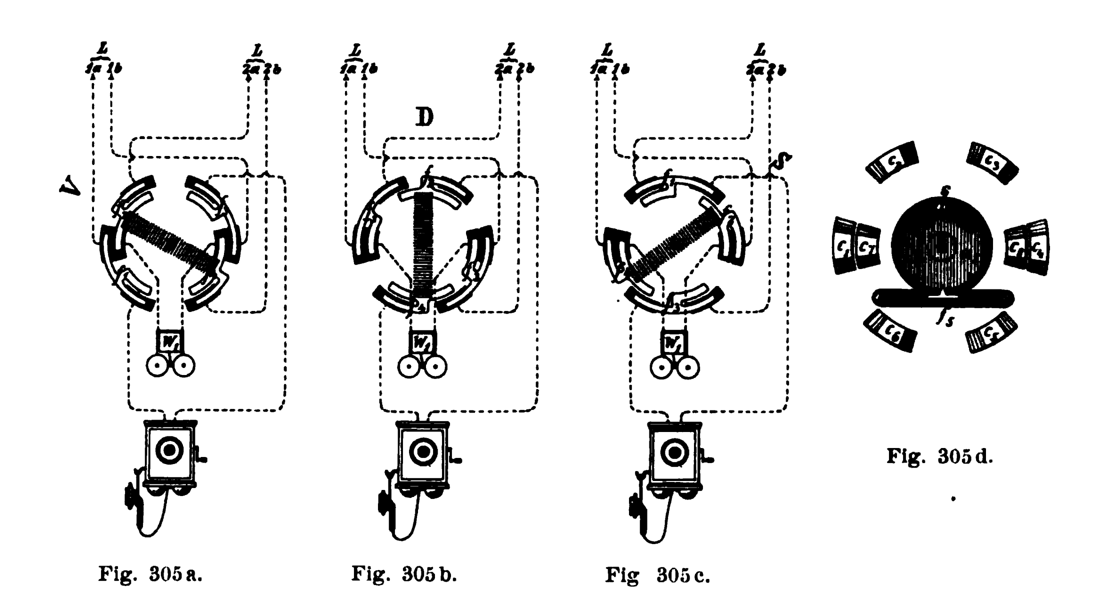


Fig. 305a. Fig. 305b. Fig. 305c. Fig. 305d.

kann die Hartgummischeibe mit den Kontaktfedern in drei auf dem Schutzkasten durch die Buchstaben V, D und S gekennzeichnete Stellungen gebracht werden.

Um die Einstellung des Knebels auf diese Buchstaben zu erleichtern, ist der scheibenartigen Erweiterung a_1 der Achse a gegenüber eine Neusilberfeder f_5 so angeordnet, dass sich die in ihrer Mitte sitzende Nase jedesmal dann in einen Ausschnitt am Rande der Achsenscheibe legt, wenn der Knebel mit seiner Marke auf einen der Buchstaben V, D oder S zeigt. Ferner verhindert ein innerhalb des bogenförmigen Ausschnitts der Achsenscheibe in die Grundplatte eingeschraubter Stift s, dass die Scheibe und somit auch der Knebel über die beiden äussersten Stellungen hinausgedreht werden kann.

a) Sprechstellung nach der Vermittelungsanstalt hin (Fig. 305a). Die Marke des Knebels u steht auf V. Das Fernsprechgehäuse hat über die Kontaktfedern f_1 und f_3 hinweg Verbindung mit den nach der Vermittelungsanstalt führenden Leitungsdrähten $1a$ und $1b$, während der zweite Wecker W_1 über die Kontaktfedern f_2 und f_4 mit den Drähten $2a$

und $2b$ der von der zweiten Sprechstelle kommenden Leitung verbunden ist und somit die in der letzteren etwa ankommenden Weckrufe anzeigt.

b) Durchsprechstellung (Fig. 305 b). Die Marke des Knebels steht auf D. Draht $1a$ ist über f_1 mit $2a$, Draht $1b$ über f_3 mit $2b$ verbunden, sodass die Endstelle über die Zwischenstelle hinweg mit der Vermittelungsanstalt sprechen kann. Gleichwohl bleibt die Zwischenstelle über die Vorgänge in der Doppelleitung unterrichtet, weil der zweite Wecker W_1 über die Federn f_1 und f_3 als Brücke zwischen die Drähte der Doppelleitung geschaltet ist und so die zwischen Amt und Endstelle gewechselten Ruf- und Schlusszeichen wiedergiebt.

c) Sprechstellung nach der Endstelle hin (Fig. 305 c). Die Marke des Knebels steht auf S. Die Zwischenstelle kann im Zweige $L\,1\,a/b$ von der Vermittelungsanstalt aus gerufen werden, da die Drähte dieses Zweiges über f_4 und f_2 mit dem besonderen Wecker W_1 Verbindung haben. Das Fernsprechgehäuse aber ist über die Federn f_1 und f_3 in die Leitung $L\,2\,a/b$ zum Verkehre mit der Endstelle eingeschaltet.

Wie unter b) angegeben, liegt der besondere Wecker bei Durchsprechstellung in der Brücke zwischen der Doppelleitung; er muss deshalb einen Widerstand von mindestens 300 Ohm besitzen. Zum Schutze gegen Blitzgefahr ist dem Wecker ein Sicherungskästchen mit einem Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung vorzuschalten.

Einschaltung des Zwischenstellenumschalters in Einzelleitungen. — Die Klemme $1a$ hat die Leitung nach der Vermittelungsanstalt und die Klemme $2a$ die Leitung nach der Endstelle aufzunehmen; $1b$ und $2b$ erhalten Erdverbindung. In diesem Falle bildet der zweite Wecker bei Durchsprechstellung einen Nebenschluss zu den unmittelbar miteinander verbundenen Leitungszweigen $1a$ und $2a$; sein Widerstand muss deshalb auch hier mindestens 300 Ohm betragen. Um den zweiten Wecker gegen Blitzgefahr zu schützen, genügt ein in den linksseitigen Zuführungsdraht des Weckers einzuschaltender Spindel- oder Kohlenblitzableiter für eine Leitung.

IX. Die Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

Die Anschlussleitungen der Fernsprechteilnehmer münden in Centralen oder Vermittelungsanstalten ein, denen die Aufgabe obliegt, die von den Teilnehmern gewünschten Verbindungen mit anderen Teilnehmern herzustellen und nach Beendigung der Gespräche wieder aufzuheben.

In dem Vermittelungsamte muss also für jede Teilnehmerleitung ein Anrufapparat und ein Schlusszeichenapparat vorhanden sein; ersterer giebt dem Vermittelungsamt ein sichtbares oder auch hörbares Zeichen, dass der Teilnehmer eine Verbindung wünscht, letzterer giebt ein gleichartiges Zeichen, dass das Gespräch zwischen zwei miteinander verbundenen Teilnehmern be-

endet und daher die Verbindung wieder aufzuheben ist. Hierzu kommt noch der Verbindungsapparat, durch welchen die Verbindung der Leitungen miteinander hergestellt wird; für kleinere Vermittelungsanstalten ist er einfacher Natur, für grössere Anstalten dagegen sind komplizierte Umschalteeinrichtungen erforderlich.

A. Kleinere Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

I. Ortsverkehr.

a) Klappenschränke für Einzel- und Doppelleitungsbetrieb.

Die Verbindung der Leitungen untereinander erfolgt entweder durch einfache Stöpselung ohne Verwendung von Leitungsschnüren oder durch Stöpselung mit Verwendung von Leitungsschnüren. Die Leitungen selbst werden zum Zwecke der Herstellung und Lösung derartiger Verbindungen und zum Geben von Signalen an Klappenschränke zu 5, 10, 20, 40 und 50 Teilnehmeranschlüssen gelegt.

Die Klappenschränke neuerer Bauart sind meistens sowohl für den reinen Doppelleitungsbetrieb, wie auch für den reinen Einzelleitungsbetrieb oder für den gemischten Betrieb von Einzel- und Doppelleitungen eingerichtet. Die Klappenschränke älterer Bauart dagegen sind zumeist nur für den reinen Einzelleitungsbetrieb berechnet.

Die Klappenschränke neuerer Bauart.

Klappenschränke für 5, 10 und 20 Doppelleitungen.

Die Klappenschränke für 5, 10 und 20 Doppelleitungen der Reichstelegraphenverwaltung. M. 99. Die Verbindung der Leitungen untereinander oder mit dem Abfrageapparat — einem gewöhnlichen Fernsprechgehäuse mit Induktor — geschieht lediglich durch Stöpselung. Leitungsschnüre sind dazu nicht erforderlich, es sei denn, dass Verbindungen von einem Schranke nach einem zweiten ausgeführt werden sollen.

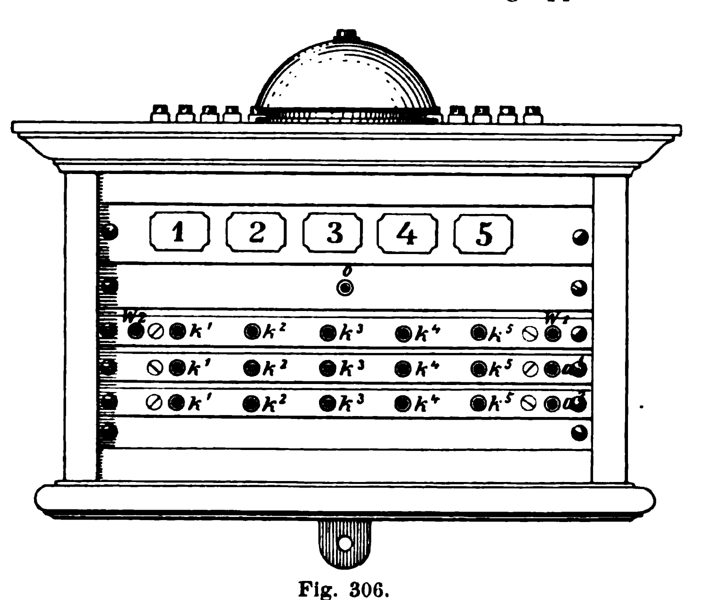


Fig. 306.

Der Klappenschrank für 5 Doppelleitungen (Fig. 306, 307 u. 308). Für jede Anschlussleitung ist eine Anrufklappe K_1 bis K_5 vorhanden, welche bei ausgeführten Verbindungen auch als Schlusszeichenklappe dient.

Unterhalb der Klappen sind drei oder vier wagerechte Klinkenreihen angeordnet; in den Klinken k_1 bis k_5 der oberen Reihe steckt bei ruhendem Verkehre je ein aus zwei voneinander isolierten Metallteilen bestehender Stöpsel mit isolierendem Griffe. Durch diese Stöpsel sind die Anschlussleitungen mit den zugehörigen Anrufklappen verbunden. Die Klinken k_1 bis k_5 der übrigen Reihen sind bei ruhendem Verkehre leer, während in den Klinken a_1 und a_2 (u. U. noch a_3) dieser Reihen ebenfalls ein solcher Stöpsel steckt, durch welchen der an die Klemmen AA angeschlossene Abfrageapparat über die Federn f_1 und f_2 mit den Federn f_3 und f_4 sämtlicher Klinken der unteren Reihen in Verbindung steht.

Der Klappenschrankelektromagnet (Fig. 307a u. b). Er enthält einen cylindrischen Kern a von weichem Schmiedeeisen; auf diesen ist eine dünne Papierhülse aufgeschoben und darauf feiner, mit Seide umsponnener Kupferdraht aufgewickelt. Die Drahtrolle hat einen Widerstand von 600 Ohm und ist beiderseits durch eine kreisförmige Hartgummischeibe begrenzt. Der

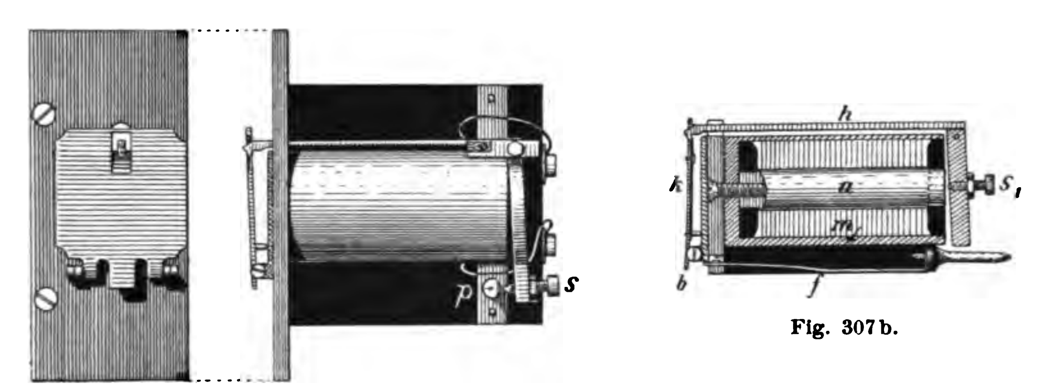


Fig. 307a.

Fig. 307b.

andere Schenkel des Elektromagnets ist zu einem die Drahtwicklung umhüllenden Mantel m ausgebildet. Der Mantel besteht aus einem schmiedeeisernen Rohre, das an dem einem Ende geschlossen ist und den in seinem Boden eingeschraubten Eisenkern trägt. Der scheibenförmige, zwischen Schraubenspitzen gelagerte Anker trägt an seiner oberen Kante einen Messinghebel h, der in einer Nute über den Eisenmantel hinweggeführt ist und vorn in einem Haken endet. Durch das Gewicht des Hebels wird der Anker vom Elektromagnet weggehoben. Mit dem Haken hält der Ankerhebel in der Ruhelage die Klappe hoch. Wird der Anker angezogen und damit der Haken des Hebels nach oben geführt, so verliert die Klappe den Halt und fällt vermöge ihrer Schwere. Die aus Messing gestanzte Fallklappe k bewegt sich in einem Scharniergelenk und wird durch einen Fortsatz b beim Fallen in wagerechter Stellung aufgehalten.

Bei den Klappen der Schränke für 5, 10, 20 und 40 Doppelleitungen (Fig. 307a) dient zum Schliessen des Weckerstromkreises und als Reguliervorrichtung eine mit Platinspitze versehene, in einen Ankerfortsatz eingelassene Messingschraube s, die bei Anziehung des Ankers ein in ein Messingsäulchen eingelassenes Platinplättchen p berührt.

Bei den Klappen für Schränke zu 50 Doppelleitungen wird durch den Fortsatz b der Klappe (Fig. 307b) die mit Platinkontakt versehene Schluss-

feder f für den Weckerstromkreis mit dem gegenüberstehenden Platinkontakte des Klappenkörpers in Verbindung gebracht. Zur Einstellung dieser Klappen und insbesondere zur Verhinderung des Klebens der Ankerscheibe dient eine in die Mitte der letzteren eingelassene Messingschraube s_1.

Verbindung der Doppelleitung Th_1 mit der Doppelleitung Th_3 (Fig. 308). — Die Klappe K_1 ist durch den Weckstrom der Teilnehmerleitung Th_1 zum Abfallen gebracht. Der bis dahin in der Anschlussklinke k_1 der oberen Reihe steckende Stöpsel wird in die Verbindungsklinke k_1 der zweiten Reihe umgesetzt; hierdurch wird die Anschlussleitung über die Verbindungsklinke und die gestöpselte Abfrageklinke a_1 auf den Abfrageapparat geschaltet. Auf das Verlangen, den Teilnehmer 3 zu sprechen, ist zum Rufen aufzufordern und der Stöpsel aus der Abfrageklinke a_1 in die Verbindungs-

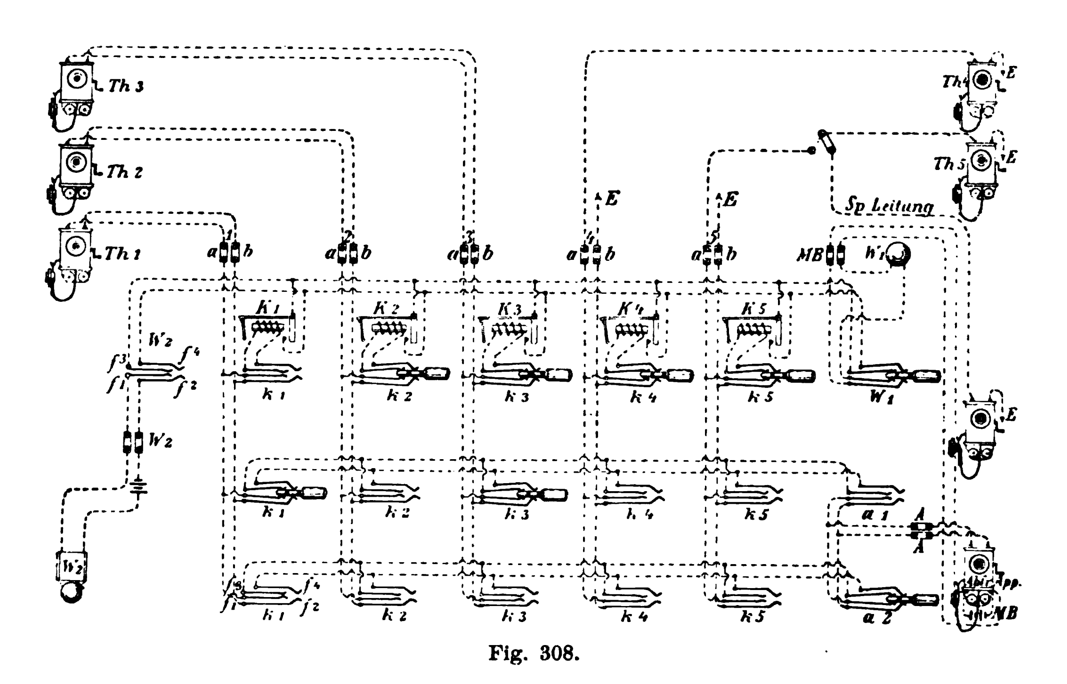


Fig. 308.

klinke k_3 der zweiten Reihe umzusetzen. Der Abfrageapparat wird hierdurch ausgeschaltet, und die Teilnehmerleitung Th_1 ist über die gestöpselten Verbindungsklinken k_1 und k_3 der zweiten Reihe mit der Teilnehmerleitung Th_3 verbunden. Durch die gestöpselte Anschlussklinke k_3 der ersten Reihe wird die Klappe K_3 zur Entgegennahme des Schlusszeichens als Brücke zwischen die Leitungsdrähte a und b geschaltet.

Verbindung der Doppelleitung Th_2 mit der Einzelleitung Th_4. — Abfragen: Stöpsel aus der Anschlussklinke k_2 in Verbindungsklinke k_2 der dritten Reihe; Einschaltung des Abfrageapparats durch Stöpsel in Abfrageklinke a_2. Verbindung: Herausnahme des Stöpsels aus a_2 und Einsetzen desselben in die Verbindungsklinke k_4 der dritten Reihe; der b-Draht von Th_2 findet an Klemme $4b$ Erde. Durch die gestöpselte Anschlussklinke k_4 in der ersten Reihe ist die Klappe K_4 zur Entgegennahme des Schlusszeichens als Nebenschluss zu den verbundeneu Leitungen (d. h. in eine Abzweigung vom a-Drahte zur Erde) geschaltet.

G e s p r ä c h s k o n t r o l e. — Soll mittelst des Abfrageapparats geprüft werden, ob in einer hergestellten Verbindung noch gesprochen wird, so ist der gewöhnlich in der Buchse O (Fig. 306) unterhalb der Klappe 3 steckende Stöpsel auf kurze Zeit in die Abfrageklinke der für die Verbindung benutzten Klinkenreihe einzuführen.

W e c k e r s c h a l t u n g. — Der auf dem Deckel des Klappenschrankes angebrachte Schnarrwecker W_1 ist mit der Mikrophonbatterie des Abfrageapparats zwischen die unteren Federn f_1 und f_2 der Klinke W_1 geschaltet. Ein zweiter Wecker, welcher nach Erfordernis in einem anderen Raume aufgehängt werden kann, ist mit einer besonderen Weckbatterie zwischen die unteren Federn f_1 und f_2 der Klinke W_2 geschaltet.

Von den oberen Federn der Klinken W_1 und W_2 sind die Federn f_3 mit sämtlichen Klappenkörpern und die Federn f_4 mit sämtlichen Klappenkontakten verbunden.

Stöpselt man die Klinke W_1 oder W_2, so wird der betreffende Wecker jedesmal in Thätigkeit gesetzt, sobald ein Klappenelektromagnet seinen Anker infolge eines Anrufs oder eines Schlusszeichens anzieht.

D i e K l a p p e n s c h r ä n k e z u 10 u n d 20 D o p p e l l e i t u n g e n entsprechen in ihrer Einrichtung derjenigen des Klappenschrankes zu 5 Doppelleitungen. Der Klappenschrank zu 10 Doppelleitungen enthält 5, der für 20 Doppelleitungen 7 Klinkenreihen; letztere können im Bedarfsfall um zwei weitere Klinkenreihen vermehrt werden. Kommen mehrere Klappenschränke in einer Vermittelungsanstalt zur Verwendung, so erfolgt die Herstellung der Verbindungen von einem Schranke zum anderen durch zweiadrige Leitungsschnüre mit je zwei Doppelstöpseln.

Klappenschrank für 40 Doppelleitungen.

D e r K l a p p e n s c h r a n k f ü r 40 D o p p e l l e i t u n g e n (Fig. 309 u. 310). Die Einrichtung dieses Schrankes entspricht im allgemeinen derjenigen der Klappenschränke zu 5, 10 und 20 Doppelleitungen M. 99; er vermag insgesamt 40 Leitungen, darunter bis zu vier Fernleitungen, aufzunehmen. Die Verbindung der Leitungen untereinander oder mit dem Abfrageapparate geschieht ebenfalls durch Stöpselung. Leitungsschnüre werden nur in Ausnahmefällen oder zur Verbindung der Klinken eines Schrankes mit denjenigen eines zweiten verwendet. Der Schrank ist nicht wie die Schränke von geringerem Fassungsvermögen zum Aufhängen eingerichtet, sondern ruht freistehend auf einer Tischplatte, welche ihrerseits von einem eisernen Gestelle getragen wird.

T e i l n e h m e r s y s t e m e. An der rechten Seite der Tischplatte ist ein zum Anrufen im Ortsverkehre bestimmter Kurbelinduktor Y angebracht, während an der linken Tischseite von oben her eine Doppelklinke k_a eingelassen ist, durch welche das als Abfrageapparat dienende Handmikrophon MF mittelst einer Leitungsschnur und eines Zwillingsstöpsels s angeschlossen werden kann. An dem Schafte des Handmikrophons ist ein Kontakthebel h angebracht; durch Niederdrücken des Hebels wird der Mikrophonstromkreis geschlossen. In dem Klappenschranke sind rechts und links in je zwei senkrechten Reihen insgesamt 40 Teilnehmerklappen mit je rund 600 Ohm Rollenwiderstand untergebracht, welche gleichzeitig als Schlussklappen dienen. Neben den Klappen sind ebenfalls in senkrechten Reihen links die Klappenklinken k_1 bis k_{20} und rechts die Klappenklinken k_{21} bis k_{40} angeordnet. In jeder Klappenklinke für Teilnehmerleitungen steckt bei ruhendem Verkehr ein Stöpsel; die für Fernleitungen benutzten Klappenklinken sind nicht ge-

stöpselt. Durch die Stöpsel sind die Anschlussleitungen in derselben Weise wie bei den kleineren Klappenschränken mit den zugehörigen Anrufklappen verbunden. In gleicher Weise dienen auch die Klinken W_1 und W_2 zum Einschalten des Schnarrweckers auf dem Schranke oder eines zweiten Weckers

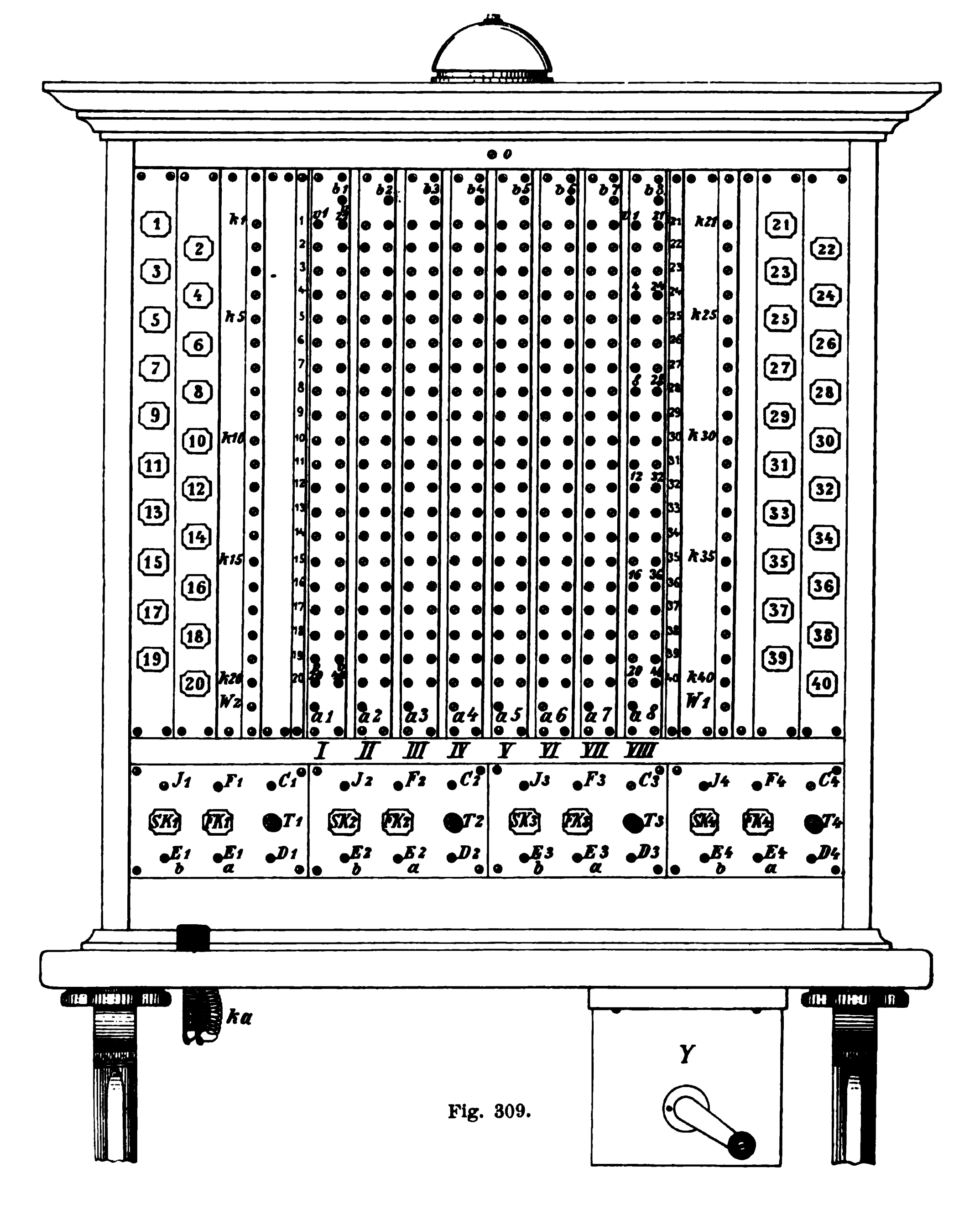


Fig. 309.

in einem anderen Raume. Die mit *I* bis *VIII* bezeichneten senkrechten Doppelklinkenreihen, welche voneinander durch weisse Zwischenlagen deutlich getrennt sind, enthalten je 40 Verbindungsklinken v_1 bis v_{40}, ferner am unteren Ende eine zum Anschliessen des Handmikrophons dienende Abfrage-

klinke a_1 bis a_8 und am oberen Ende eine zweite Abfrageklinke b_1 bis b_8 für Aushülfszwecke. Wie bei den kleineren Schränken sind die Federn f_3 und f_4 sämtlicher Klinken einer senkrechten Doppelklinkenreihe miteinander verbunden; ferner stehen in jeder Doppelreihe die Federn f_1 und f_2 der linksseitig gelagerten Verbindungsklinken v_1 bis v_{20} mit den Anschlussleitungen 1 bis 20, die gleichnamigen Federn der rechtsseitig gelagerten Verbindungsklinken v_{21} bis v_{40} mit den Anschlussleitungen 21 bis 40 in Verbindung. An die Federn f_1 und f_2 der unteren Abfrageklinken a_1 bis a_8 sind die Zuführungen des Handmikrophons, an die gleichnamigen Federn der oberen Abfrageklinken b_1 bis b_8 die Zuführungen des Aushülfsapparats gelegt. Die Verbindungsklinken und die Abfrageklinken b_1 bis b_8 sind bei ruhendem Verkehr leer, nur die Abfrageklinken a_1 bis a_8 sind gestöpselt, sodass

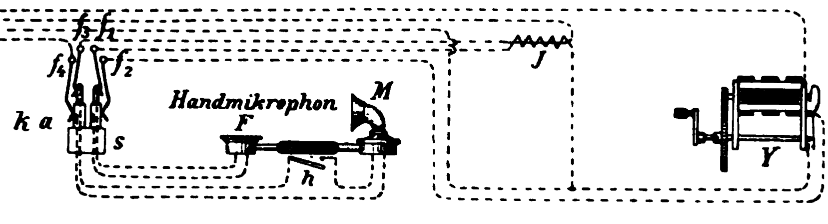


Fig. 310.

das Handmikrophon während der Ruhe über die Federn f_1 und f_2 mit den Federn f_3 und f_4 sämtlicher Doppelklinkenreihen in Verbindung steht.

Ausführung der Verbindungen. Teilnehmerverkehr. — Klappe 20 fällt ab: Stöpsel aus Klappenklinke k_{20} in Verbindungsklinke v_{20} einer freien senkrechten Doppelklinkenreihe, z. B. Nr. *I*; Abfragen am Handmikrophon bei niedergedrücktem Hebel. Es werde Verbindung mit Leitung 22 verlangt. Ist diese frei, was man daran erkennt, dass sämtliche in Höhe der Klappe 22 liegenden Verbindungsklinken v_{22} leer sind, so wird Teilnehmer 20 aufgefordert zu rufen und der Stöpsel aus der benutzten Abfrageklinke a_1 in die Verbindungsklinke v_{22} der Doppelklinkenreihe *I* umgesetzt. Klappe 22 bleibt zur Empfangnahme des Schlusszeichens als Brücke eingeschaltet, wenn der Anschluss 22 eine Doppelleitung hat, als Nebenschluss, wenn er aus einer Einzelleitung besteht.

Soll der Teilnehmer 22 vom Amte aus angerufen werden, so wird in die Klinke v_{22} einer freien Klinkenreihe ein Stöpsel eingesetzt und die Induktorkurbel gedreht.

Die Gesprächskontrole findet in der Weise statt, dass der für gewöhnlich in der Buchse *O* steckende Stöpsel auf kurze Zeit in die untere Abfrageklinke der bei der Verbindung benutzten Doppelklinkenreihe gesteckt wird. Der Hebel des Handmikrophons darf bei der Kontrole nicht niedergedrückt werden, damit eine Übertragung der Saalgeräusche durch das Mikrophon in die Fernsprechleitungen vermieden wird. Die Stromläufe für die einzelnen Verbindungen entsprechen denjenigen der kleineren Klappenschränke.

Klappenschrank für 50 Doppelleitungen.

Der Klappenschrank für 50 Doppelleitungen (durch Fig. 311 in Vorderansicht, Fig. 312 in Rückenansicht, geöffnet, und Fig. 313 schematisch dargestellt). Der Schrank hat ein Aufnahmevermögen von 50 Anschlussleitungen (Doppel- oder Einzelleitungen) und von 4 Fernleitungen.

Für jede Anschlussleitung enthält er eine Anruf- und Schlussklappe K_1 bis K_{50} von etwa 600 Ohm Rollenwiderstand und je 2 Klinken A_1 bis A_{50} und B_1 bis B_{50}. Zur Verbindung der Teilnehmerleitungen untereinander dienen 8 Paare zweiadriger Leitungsschnüre mit Doppelstöpseln s_1 s_2.

Die Teilnehmerklappen sind mit Kontaktvorrichtungen versehen, welche beim Klappenfall bezw. bei Ankeranziehung den Stromkreis einer Ortsbatterie durch den an der Vorderseite des Schrankes angebrachten Wecker W schliessen.

Zum Abfragen dient für Fern- und Anschlussleitungen das Hängemikrophon M nebst dem Fernhörer F. Durch Niederdrücken des Fernhörer-

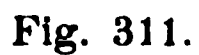



Fig. 311.



Fig. 312.

hebels h wird der Mikrophonstromkreis geschlossen. Das Abfragesystem wird mittelst des Doppelstöpsels s eingeschaltet. Der Anruf erfolgt mittelst der an der Vorderseite des Schrankes sitzenden Induktorkurbel. Die Klemmenspannung des Induktors Y beträgt 60 Volt, er kann somit auch zum Anruf in den etwa auf den Klappenschrank geschalteten Sp-Leitungen benutzt werden.

Zum Kontrolieren der Gespräche dient eine in dem Kontrolstöpsel c endigende Leitungsschnur; bei der Benutzung dieses Stöpsels wird nur der Fernhörer F und ein Graduator g von 500 Ohm Widerstand in den Abfragestromkreis eingeschaltet. Zwei an benachbarten Schränken beschäftigte Beamte können sich gegenseitig aushelfen, da die beiden Schränke dicht neben-

einander aufgestellt werden. Ist nur ein Schrank vorhanden, so wird zweckmässig zur Aushülfe neben dem Schranke ein Abfragegehäuse *M* 1900 aufgehängt. Mit diesem Gehäuse wird das am weitesten nach links liegende

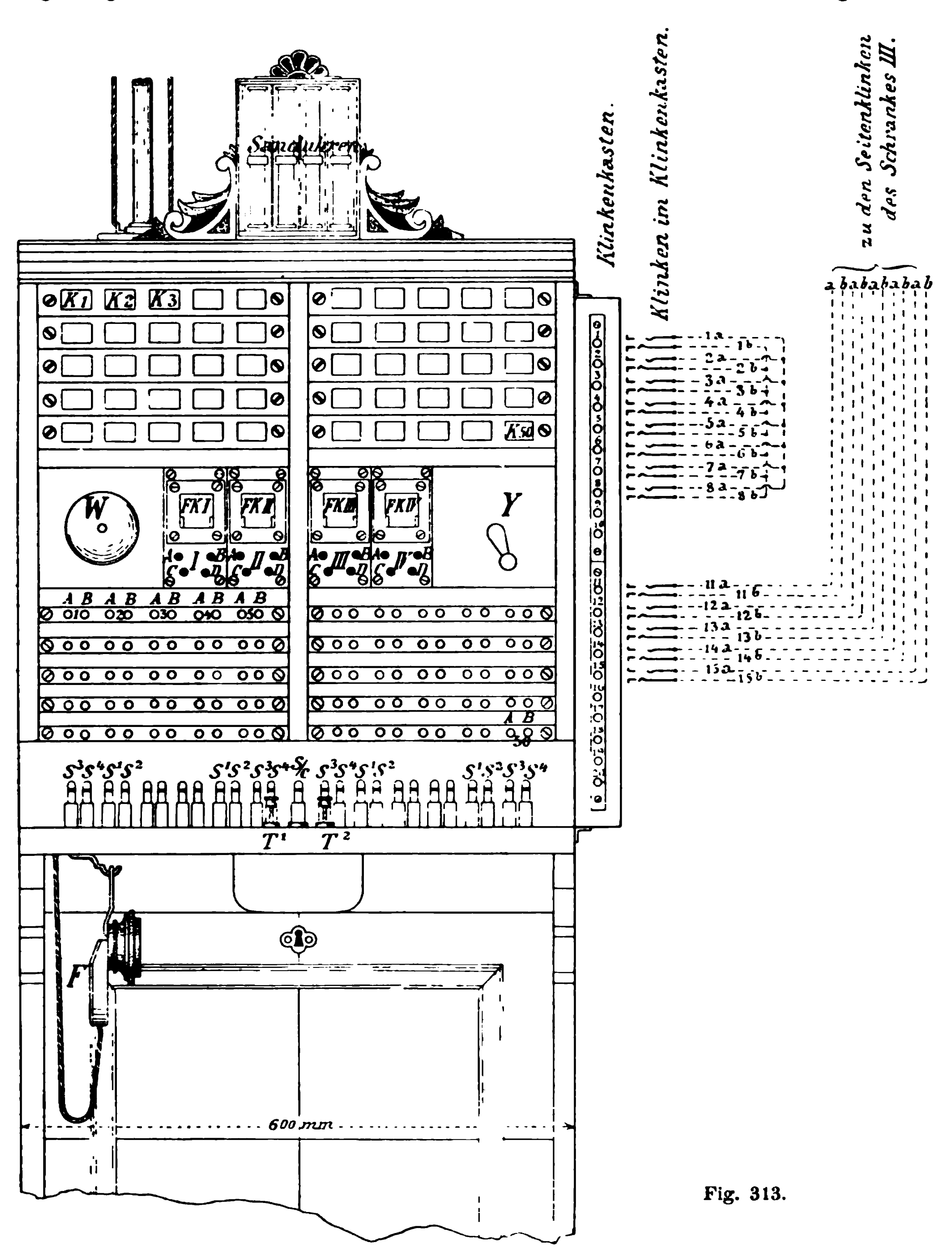


Fig. 313.

Schnurpaar s_1 s_2 fest verbunden und dann der Stöpsel s_1 als Abfragestöpsel, der Stöpsel s_2, in dessen Schnur der Graduator einzuschalten ist, als Kontrolstöpsel benutzt.

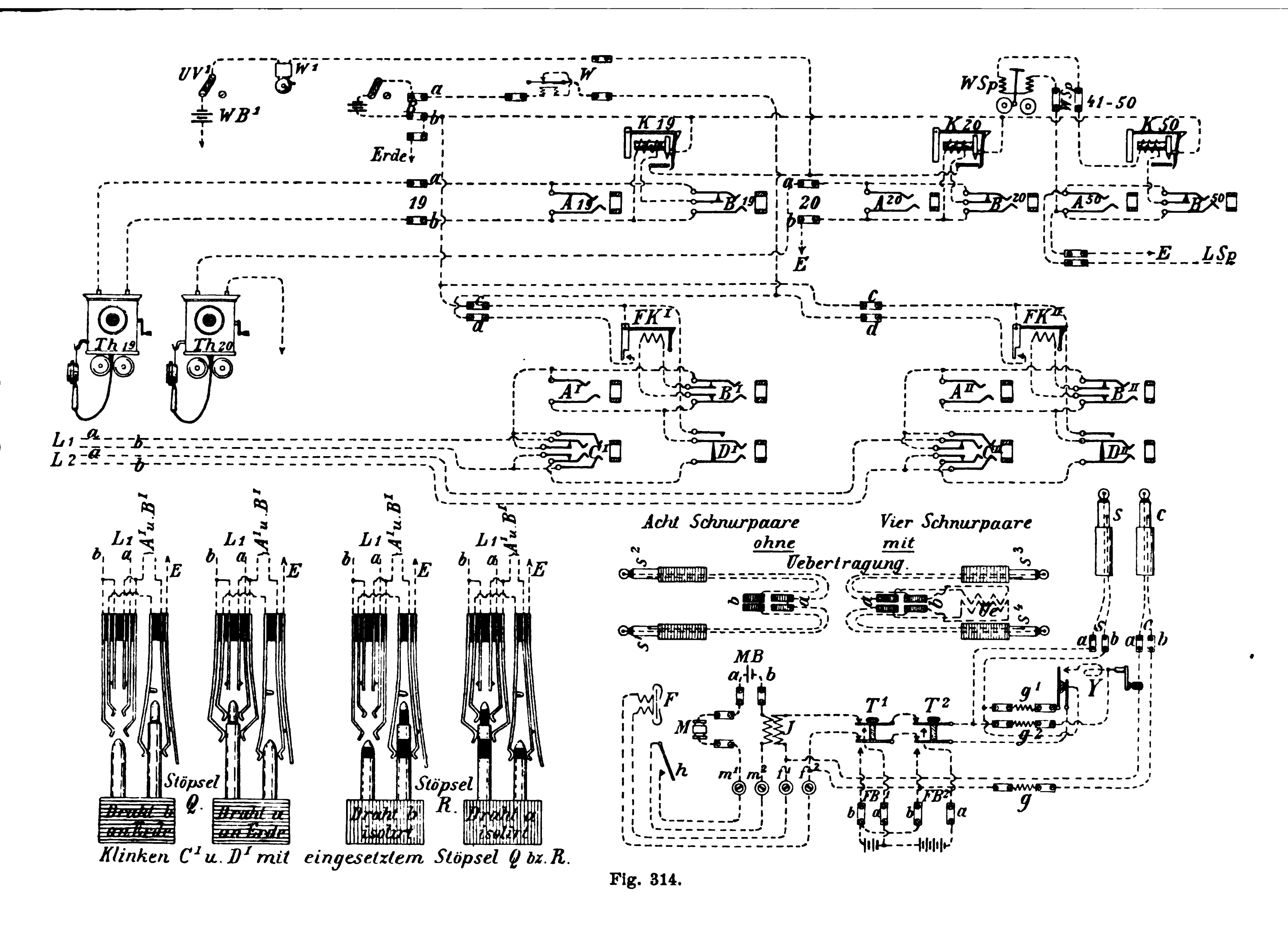

UV¹
WB¹
W¹
W
Erde
K 19
K 20
K 50
WSp
41-50
A¹⁹
B¹⁹
A²⁰
B²⁰
A⁵⁰
B⁵⁰
19
20
E
LSp
Th 19
Th 20
FK^I
FK^II
A^I
B^I
C^I
D^I
A^II
B^II
C^II
D^II
L 1
L 2
Acht Schnurpaare ohne Uebertragung.
Vier Schnurpaare mit Uebertragung.
MB
F
M
h
J
T¹
T²
FB¹
FB²
g¹
g²
g
Y
Stöpsel Q.
Stöpsel R.
Draht b an Erde
Draht a an Erde
Draht b isolirt
Draht a isolirt
Klinken C¹ u. D¹ mit eingesetztem Stöpsel Q bz. R.

Fig. 314.

Die zur Überwachung der Gesprächsdauer in den Fernleitungen dienenden 4 Sanduhren kommen bei Schränken ohne Fernverkehr in Wegfall.

Mit den Klappenschränken werden nach Erfordernis Klinkenkästen mit 20 Doppelklinken — Klinkenumschalter Nr. IV — nach Fig. 313 verbunden. Diese Klinkenkästen sind in erster Linie für Feuermeldezwecke bestimmt; zu diesem Zwecke werden einerseits die kurzen und andererseits die langen Federn der Klinken zu je einer Gruppe vereinigt, wie dies Fig. 313 für die Klinken 1—8 angiebt. An dem Klinkenkasten wird die Verbindung der Leitung nach der Feuerwache mit den auf diese zu schaltenden Teilnehmeranschlüssen mittelst der am Klappenschranke vorhandenen Schnurpaare S^1, S^2 oder mittelst besonderer loser Schnüre ausgeführt.

Im Bedarfsfalle können die Klinkenkästen noch zur Ausführung von Teilnehmerverbindungen über zwischenliegende Schränke, z. B. vom ersten nach dem dritten Schranke dienen. Es sind alsdann die Klinkenfedern des Kastens vom ersten Schranke mit den gleichartigen Federn eines Klinkenkastens am dritten Schranke zu verbinden, wie dies für die Klinken 11 bis 15 angegeben ist. Zur Herstellung der Verbindungen werden in diesem Falle ebenfalls die Schnurpaare des Klappenschrankes benutzt. In jede Verbindung darf jedoch nur eine Schlussklappe eingeschaltet werden; auf dem einen Schranke muss also die A-Klinke und auf dem anderen Schranke die B-Klinke gestöpselt werden.

Betrieb der Teilnehmerleitungen (Fig. 314). Klappe 19 fällt ab: Abfragestöpsel s in Klinke B_{19}; Abfragen durch Mikrophon M und Fernhörer F bei niedergedrücktem Hebel h.

Stromlauf beim Abfragen. — Leitung a — obere Feder der Klinke B_{19} — Stöpsel s Spitze — Tasten T_2 und T_1 — sekundäre Mikrophonspule J — Fernhörer — (Mikrophonstromkreis durch Hebel h über M und MB geschlossen) — Tasten T_1 und T_2 — Induktor — Stöpsel s Hals — untere Feder der Klinke B_{19} — Leitung b.

Es wird der Teilnehmer 20 verlangt: Stöpsel s_1 wird in Klinke A_{19} und Stöpsel s_2 in Klinke B_{20} gesteckt; Aufforderung zum Rufen. Klappe 19 bleibt nach Herausnahme des Abfragestöpsels aus Klinke B_{19} als Brücke bei Doppelleitungen und als Nebenschluss bei Einzelleitungen zum Empfange des Schlusszeichens eingeschaltet.

Stromlauf für den Sprechverkehr: Leitung 19a — obere Feder der Klinke A_{19} — Stöpsel s_1 und s_2 Spitze — obere Feder der Klinke B_{20} — Leitung 20a — Teilnehmerstelle 20 — Erde bei Einzelleitung oder Leitung 20b bei Doppelleitung — untere Feder der Klinke B_{20} — Stöpsel s_2 und s_1 Hals — untere Klinkenfeder A_{19} — Leitung 19b — Teilnehmerstelle 19.

Die Klappenschränke älterer Bauart (Einzelleitungsbetrieb).

Klappenschrank für 50 Einzelleitungen.

Der Klappenschrank für 50 Einzelleitungen (Fig. 315). Die 50 Anrufklappen der Teilnehmerleitungen sind in fünf übereinander liegenden Reihen angeordnet; unter jeder Klappe befindet sich eine Klinke zur Ausführung der Verbindungen. Zu beiden Seiten der fünf Klappenreihen liegen noch je 25 und am unteren Rande des Schrankes 10 Stöpsellöcher, hinter welchen je ein Umschalter, bestehend aus einer federnden Klinke und einem

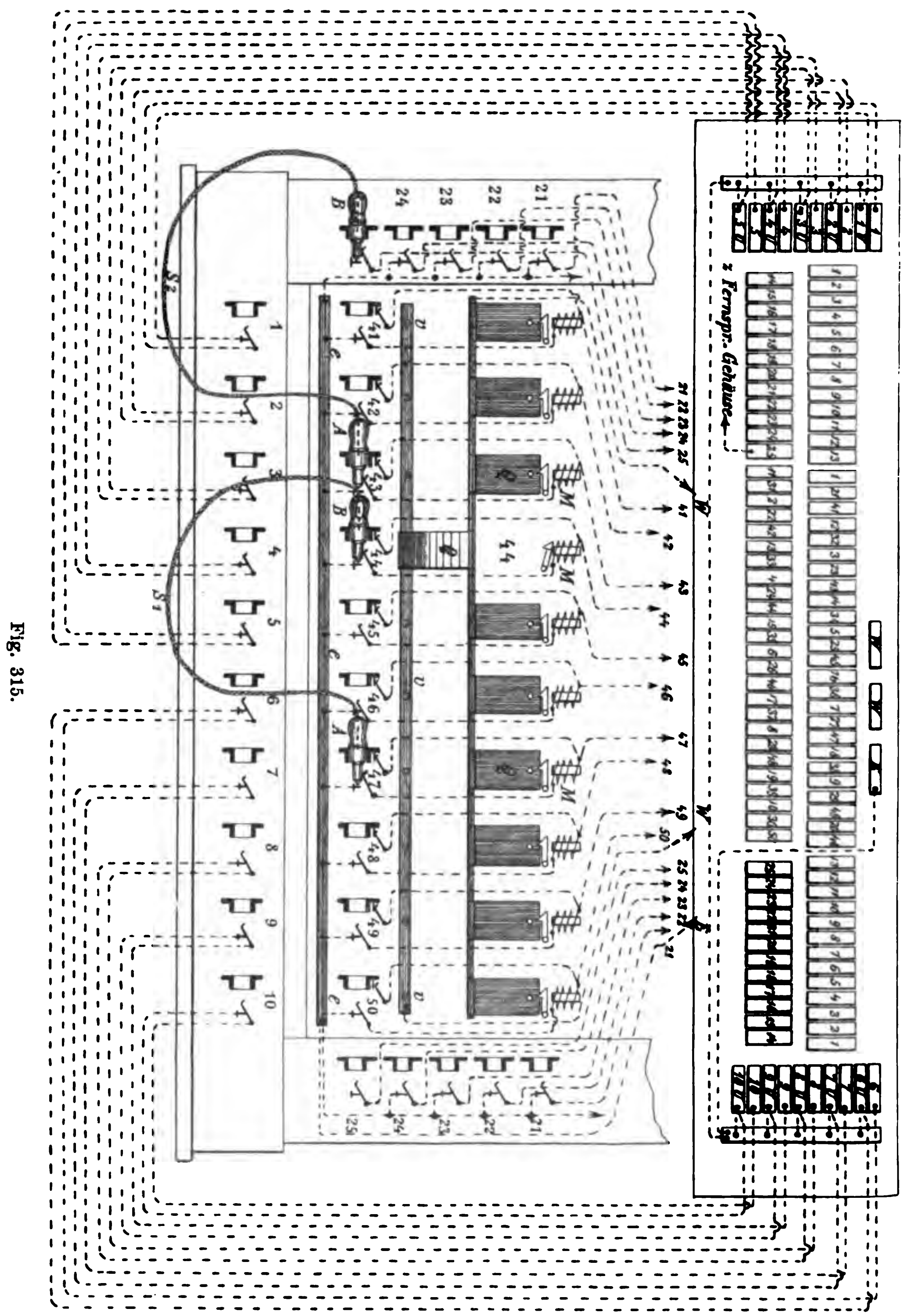


Fig. 315.

metallenen Auflager, angeordnet ist. Von den seitlichen Klinken dienen die untersten mit No. 25 bezeichneten zum Anschluss der Abfrageapparate und haben isolierte Auflager; die übrigen seitlichen Klinken, deren Auflager zur Erde abgeleitet sind, stehen mit seitlichen Klinken der anderen, nicht benachbarten Schränke des Amtes in Verbindung. Die Klinken am unteren Rande sind zur Verbindung des Schrankes mit anderen Vermittelungsanstalten bestimmt; ihre Auflager liegen an den Klemmschienen 1 *U*, 2 *U* etc. auf dem Schranke und können von diesen aus ebenfalls mit Erde verbunden werden.

Der Klappenschrankelektromagnet (Fig. 316). Er besteht aus einem hufeisenförmigen Kerne, auf dessen einem Schenkel eine Drahtrolle mit etwa 140 Ohm Widerstand sitzt, und dem Anker *a*, der mit einer Blattfeder *f* in einem Messingwinkel an dem freien Elektromagnetschenkel befestigt ist. Der Umwindungsdraht des Elektromagnets ist, um dessen lautschwächende Wirkung thunlichst zu vermindern, auf eine Kupferhülse aufgewickelt.

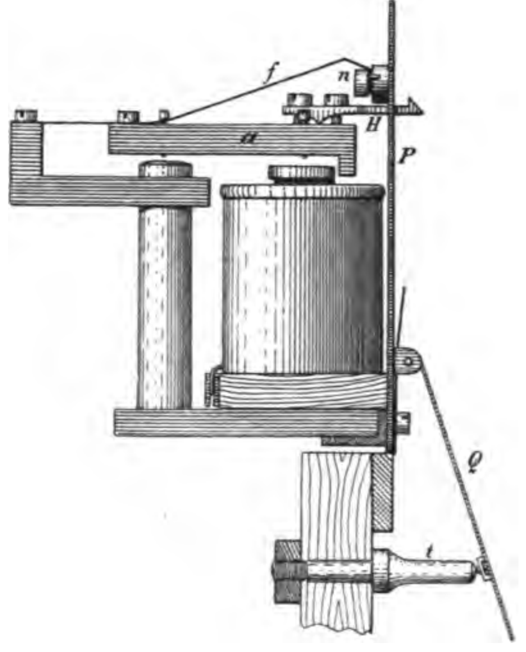


Fig. 316.

Der schräg aufwärts verlängerte Teil der Blattfeder *f* legt sich mit seinem umgebogenen Ende auf ein ovales excentrisches Stahlstück *n*; dieses sitzt an der Innenseite der Klappenabschlussplatte *P* auf einem Stifte mit Schraubenkopf, der von aussen drehbar ist. Durch Drehung des Stiftes, wobei sich das excentrische Stahlstück mit dreht, wird das Ende der Blattfeder gehoben oder gesenkt und damit die Lage des Ankers zu den Kernen und die Kraft der Feder verändert, die Empfindlichkeit des Ankers also geregelt.

Bei den älteren Klappenschränken kann die Spannung der Ankerfeder nicht von aussen geändert, es muss zu diesem Zwecke vielmehr der Elektromagnet herausgenommen werden. Die An- oder Abspannung der Feder erfolgt durch eine in den Lagerwinkel der Ankerfeder eingelassene Stellschraube.

In den Anker sind drei kleine Messingschrauben eingesetzt, von denen zwei dem Polschuhe des Rollenkernes und eine der Polfläche des freien Schenkels gegenüberstehen. Diese nach unten etwas heraustretenden Schrauben sollen das Kleben des Ankers verhüten.

Auf das vorderste Ende des Ankers ist ein Häkchen *H* durch zwei Schrauben verstellbar aufgesetzt. Die Spitze des Häkchens ragt durch ein rundes Loch in der Messingplatte *P* hindurch und hält in der Ruhelage des Ankers die aus Messingblech bestehende Klappe *Q* fest. Wird der Anker durch die Einwirkung eines Stromes angezogen, so fällt die etwas nach vorn überhängende Klappe teils durch die Wirkung der hinter ihr an der Platte *P* angeschraubten Blattfeder, teils durch ihr eigenes Gewicht herab und kommt auf den Anschlagestift *t* zu liegen. Als Geräuschdämpfer dient eine dem Anschlagstifte gegenüber an der Klappe befestigte, etwas gebogene

Neusilberblattfeder. Zwischen die Klappenkörper und die messingene Auflagerschiene der Anschlagstifte kann ein Wecker mit einer Weckbatterie eingeschaltet werden, der dann beim Fallen einer Klappe in Thätigkeit tritt.

Leitungsschnüre. Zur Verbindung der Teilnehmerleitungen an den Klappenschränken dienen Leitungsschnüre, die an dem einen Ende mit einem schwarzen und an dem anderen Ende mit einem roten Stöpsel versehen sind.

Der Stöpsel mit schwarzem Ebonitgriffe hat einen verstärkten metallenen Schaft und eine schwächere, abgerundete metallene Spitze. Wird er in eine Klinke eingesteckt, so berührt der stärkere Messingschaft das Messingfutter der Klinke, während die Spitze unter die Klinkenfeder gleitet und diese vom Erdkontakt abhebt. Hierdurch wird die Leitung unter Kurzschliessung der Rollenwindungen mit der Stöpselschnur verbunden. Der mit rotem Ebonitgriffe versehene zweite Stöpsel der Leitungsschnur hat einen mit isolierendem Material umkleideten Schaft; wird er in eine Klinke gesteckt, so verbindet er die Leitung mit der Leitungsschnur ohne Kurzschluss des Klappenelektromagnets. Bei Verbindung zweier Leitungen bleibt also nur diejenige Klappe eingeschaltet, unter welcher der rote Stöpsel steckt.

Fällt eine Klappe, so wird der rote Stöpsel einer Schnur in die betreffende Klinke und der schwarze Stöpsel in die seitliche Klinke 25 gesteckt und abgefragt. Darauf ist der schwarze Stöpsel in die Klinke des gewünschten Teilnehmers umzusetzen. Die Klappe des Rufenden bleibt für das Schlusszeichen eingeschaltet.

Die Gesprächskontrole findet in der Weise statt, dass der Beamte den einen Stöpsel einer Leitungsschnur in die Klinke für den Abfrageapparat steckt und mit der Spitze des anderen Stöpsels den aus der Klinke noch hervorstehenden Metallteil des schwarzen Stöpsels der für die Verbindung benutzten Schnur berührt.

In Fig. 315 ist L_{43} auf Abfrageapparat geschaltet, L_{44} mit L_{47} unter Einschaltung der Klappe 44 verbunden.

Klappenschränke für 5 und 10 Einzelleitungen.

Die Klappenschränke für 5 und 10 Einzelleitungen. Sie entsprechen in ihrer Bauart dem Klappenschranke für 50 Einzelleitungen, nur fehlen die besonderen seitlichen und unteren Klinken. Das Abfragegehäuse wird durch eine Leitungsschnur mit schwarzem Stöpsel, der an der Leitungsklemme des Gehäuses befestigt ist, in die Teilnehmerleitungen eingeschaltet.

Klappenschrank für 50 Doppelleitungen M. 1900.

Der Klappenschrank für 50 Doppelleitungen M. 1900 (Fig. 317, 318 und 319). Er ist ein umgeänderter Einzelleitungsschrank und kann ausser 50 Anschlussleitungen (Einzel- oder Doppelleitungen) auch 2 Fernleitungen aufnehmen.

Für jede Anschlussleitung enthält der Klappenschrank eine Anrufklappe K^1 bis K^{50} von je 150 Ohm Widerstand und eine Teilnehmerklinke Kt^1 bis Kt^{50} (Fig. 317).

Zur Verbindung der Teilnehmerleitungen untereinander dienen 6 Paare rothe Stöpsel AS—VS mit doppeladerigen Leitungsschnüren, in welche je eine Klinke Ka und eine Schlussklappe SK von 600 Ohm Widerstand eingefügt ist. Sind diese Schnüre bei Verbindungen nach Nachbarschränken nicht lang genug, so werden die seitlichen Klinken Ks^{1-8} links und Ks^{1-8} rechts), sowie die schwarzen Stöpsel (AS^0—VS^0) zu Hülfe genommen. Die

gleichfalls zweiaderigen Schnüre dieser Stöpsel, von denen 4 Paare vorhanden sind, enthalten ebenfalls je eine Klinke (Ka^0), aber keine Klappe.

Soweit die seitlichen Klinken nicht zu Verbindungen nach den Nachbarschränken gebraucht werden, können sie für Feuermeldezwecke nutzbar gemacht werden. Hierzu ist nur nötig, die *a*-Klemmen und in gleicher Weise die *b*-Klemmen der Klinken durch je einen isolierten Draht miteinander zu verbinden. Die so nebeneinander geschalteten Klinken vertreten dann die seit-

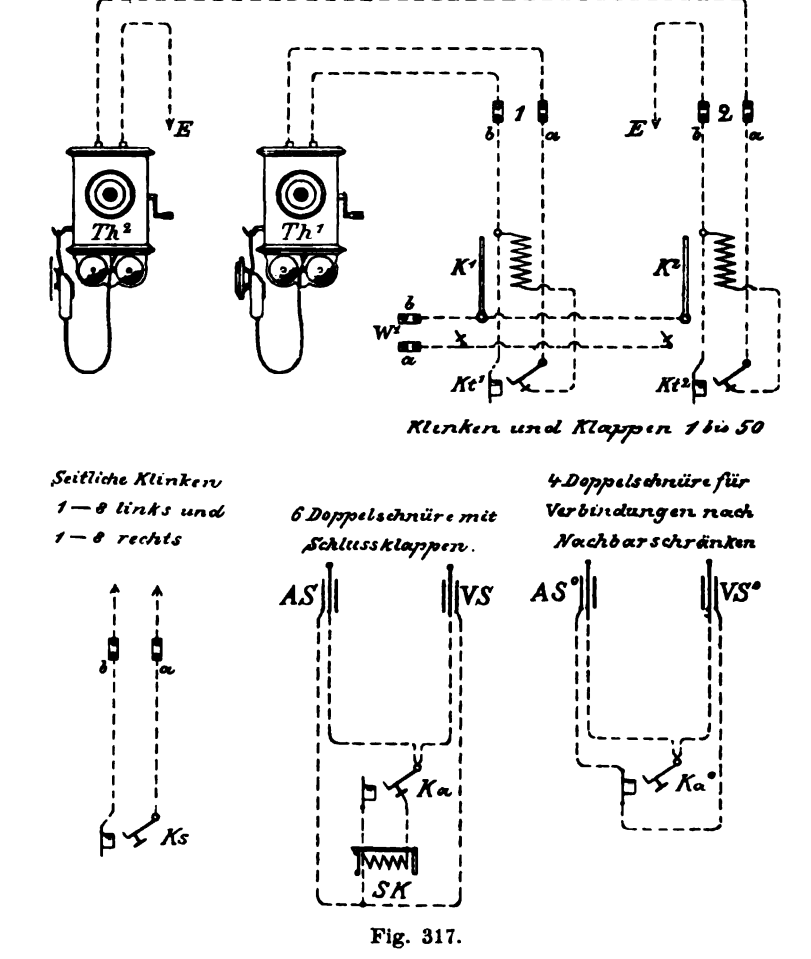


Fig. 317.

her bei den Klappenschränken für 50 Leitungen benutzte Feuermeldeschiene. Reichen die seitlichen Klinken nicht aus, so wird von besonderen neben den Klappenschränken aufzuhängenden Klinkenkästen Gebrauch gemacht.

Als Abfrageapparat dient das Abfragegehäuse M. 1900. Es ist ein nach Fig. 318 abgeändertes Fernsprechgehäuse älterer Bauart, dessen Leitungsklemmen mit dem Abfragestöpsel *S* auf der linken Seite des Stöpselbretts in Verbindung stehen. Ein zweiter gleichartiger Stöpsel ist an der rechten Seite des Stöpselbretts untergebracht; er wird an einen zweiten, rechts neben dem Schranke zu Aushülfszwecken aufzuhängenden Abfrageapparat angeschlossen.

Wird der Abfragestöpsel in eine Teilnehmerklinke *Kt* eingesetzt, so ist bei abgenommenem Fernhörer der Abfrageapparat mit der betreffenden Teilnehmerleitung verbunden, und zwar ist, so lange der Hebel *h* am Fernhörer

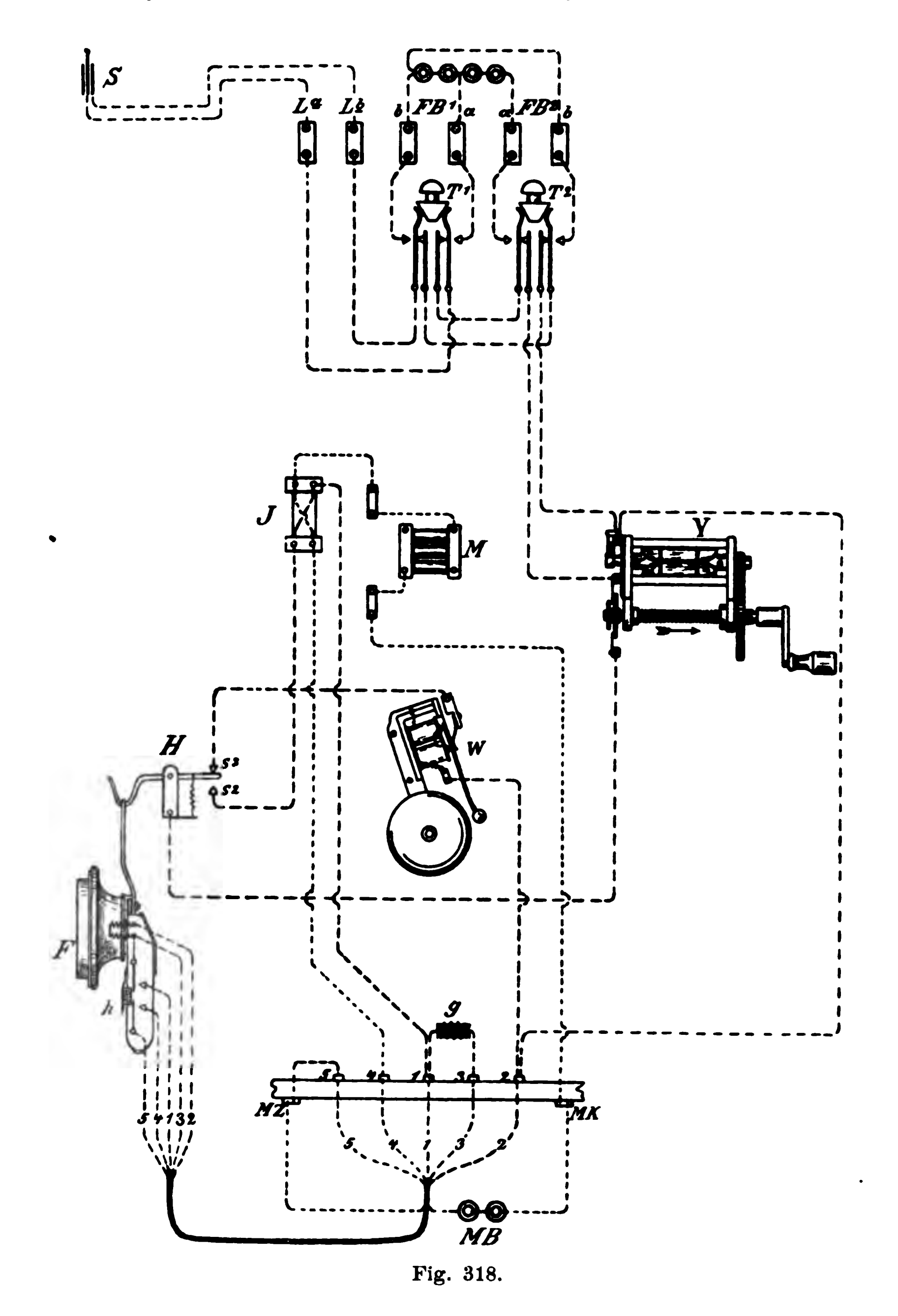


Fig. 318.

niedergedrückt wird, sowohl das Mikrophon *M* als der Fernhörer *F* eingeschaltet, während der Graduator *g* kurz geschlossen ist. Durch Einsetzen des Stöpsels in eine Klinke *Ka* oder *Ka*⁰ kann der Abfrageapparat auch in jedes zur Herstellung einer Verbindung benutzte Schnurpaar eingeschaltet

werden, um festzustellen, ob in der Verbindung noch gesprochen wird. In solchem Falle ist jedoch der Hebel *h* loszulassen, wodurch der Mikrophonstromkreis geöffnet und dem Fernhörer der Graduator *g* vorgeschaltet wird. Nur wenn eine Unterhaltung der Teilnehmer nicht wahrnehmbar ist, darf der Hebel *h* behufs Stellung der Kontrolfrage: „Sprechen Sie noch?" niedergedrückt werden.

Sind Kontrolelemente bei den Teilnehmerstellen vorhanden, so kann durch Einführen des Stöpsels in die Klinken *Ka* oder Ka^0 auch geprüft werden, ob die Fernhörer der Teilnehmer noch abgenommen oder ob sie bereits wieder angehängt sind. Namentlich beim Herausziehen des Stöpsels tritt in ersterem Falle ein deutliches Knacken im Fernhörer des Beamten ein.

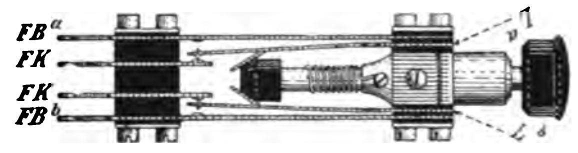


Fig. 319.

Der Abfrageapparat enthält neben dem Kurbelinduktor *V* zwei Doppeltasten T^1 und T^2 für kleine und grosse Batterie zum Rufen in Fernleitungen. Die Bauart der Doppeltasten (Fig. 319) entspricht derjenigen der Doppeltasten in den STOCK'schen Vielfachumschaltern für den Doppelleitungsbetrieb.

Sämtliche Teilnehmerklappen des Schrankes sind mit Kontaktvorrichtungen versehen, welche beim Klappenfall den Stromkreis einer Ortsbatterie durch einen Wecker W^1 schliessen.

Betrieb der Teilnehmerleitungen.

Klappe K^1 fällt ab: Abfragestöpsel in Klinke Kt^1, Abfragen durch Mikrophon *M* und Fernhörer *F*, bei niedergedrücktem Hebel *h* des letzteren. Stöpsel *VS* eines roten Stöpselpaars in die Klinke der verlangten Teilnehmerleitung, z. B. Kt^2. Aufforderung zum Rufen an Teilnehmer *Th* 1 und Einsetzen des Stöpsels *AS* des verwendeten Stöpselpaars, an Stelle des Abfragestöpsels, in Klinke Kt^1.

Schlussklappe *SK* bleibt als Brücke oder als Abzweigung eingeschaltet. Gesprächskontrole durch Einsetzen des Abfragestöpsels in Klinke *Ka* des verwendeten Schnurpaars, ohne dass Hebel *h* niedergedrückt wird.

Wenn die verlangte Leitung auf einem anderen, etwa auf dem dritten Schranke liegt, so kommt am Schranke 1 Stöpsel *VS* des roten Stöpselpaars in eine seitliche Klinke, z. B. *Ks* 8 (rechts); in die Klinke gleicher Nummer auf Schrank 3 kommt Stöpsel AS^0 eines schwarzen Stöpselpaars und in die Klinke Kt^x der verlangten Leitung der Stöpsel VS^0 desselben Stöpselpaars.

Bei ungewöhnlich langem Ausbleiben der Freimeldung kann auch auf Schrank 3 die Gesprächskontrole durch Einsetzen des Abfragestöpsels in die Klinke Ka^0 der benutzten Verbindungsschnur ausgeübt werden.

Schaltung von Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb auf Klappenschränke neuerer und älterer Bauart.

Die Schaltung von Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb auf Klappenschränke neuerer und älterer Bauart. In den Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb (*Sp*-Leitungen) sind die Sprechstellen nebeneinander geschaltet und enthalten Wecker von etwa 1600 Ohm Widerstand; es müssen daher die Klappenelektromagnete, auf welche diese

Leitungen geschaltet werden, gegen solche von gleich hohem Widerstand ausgewechselt werden. Zum Verkehre mit den in die *Sp*-Leitung eingeschalteten Telegraphenanstalten kann bei dèn Klappenschränken für 50 Doppelleitungen der zum Anruf im Ortsverkehre bestimmte Induktor mitbenutzt werden; bei den übrigen Klappenschränken ist ein besonderes Fernsprechgehäuse mit zweilamelligem Induktor zu verwenden. Die Einschaltung des besonderen Gehäuses geschieht durch Umschalter *V*, wie aus Fig. 308 ersichtlich ist.

Um eine Auswechselung der Klappenelektromagnete unnötig zu machen, werden neuerdings an den Schränken für 10, 20 und 40 Doppelleitungen die

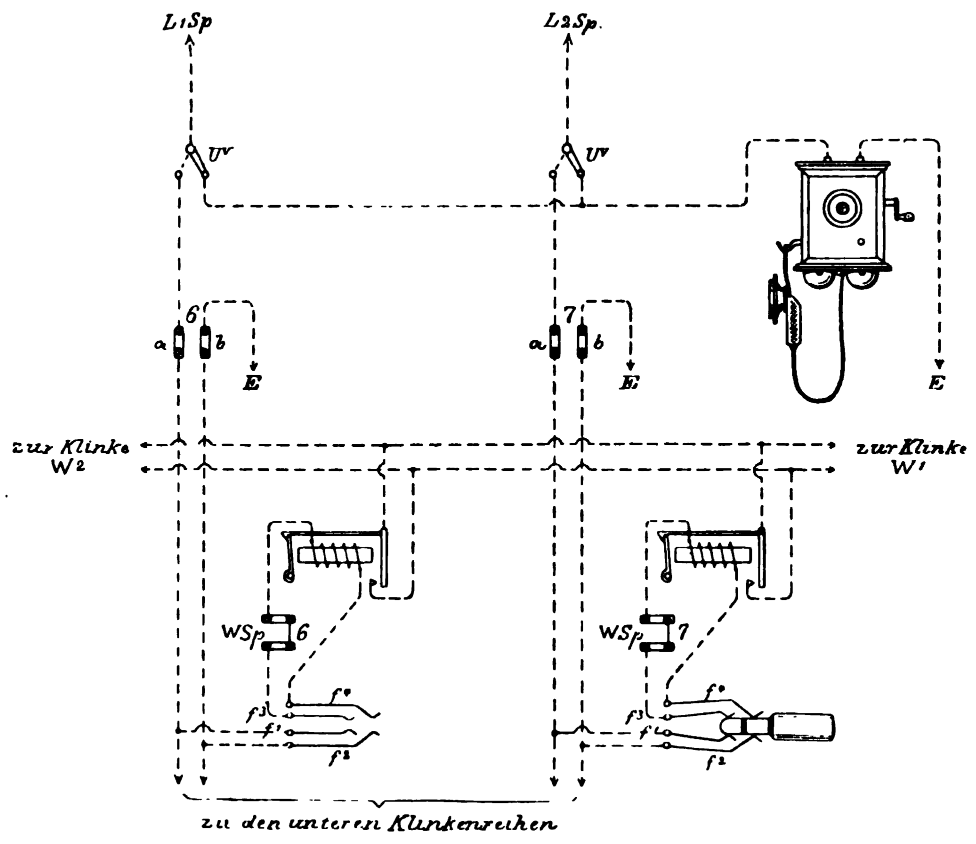


Fig. 320.

Elektromagnetspulen einer Anzahl Klappen der letzten Reihe nicht mehr unmittelbar mit der Feder f^3 der zugehörigen Klappenklinken verbunden, sondern es wird nach Fig. 320 in die betreffenden Verbindungsdrähte je ein im Inneren des Schrankes angebrachtes Klemmenpaar *WSp* 6 etc. eingefügt. Zwischen diese Klemmen ist, sobald die Klappe für eine *Sp*-Leitung dienen soll, an Stelle des gewöhnlich vorhandenen Drahtbügels ein Wechselstromwecker mit einer Glocke einzuschalten. Das Weckerläuten kann durch Unterschieben eines Filzstreifens zu einem schnarrenden Geräusch abgedämpft werden. Nach Erfordernis können auch an Stelle der Wecker Zusatzwiderstände mit hoher Selbstinduktion zu den Klappen zugeschaltet werden.

Zu gleichem Zwecke wird bei den Klappenschränken zu 50 Doppelleitungen M. 99 in die von den Elektromagneten der Teilnehmerklappen 41 bis 50 zu den langen Federn der zugehörigen *B*-Klinke führenden Drähte je ein von der Rückseite des Schrankes zugängliches Klemmenpaar *WSp* 41 bis 50 eingefügt, wie dies die Schaltung der Klappe 50 in Fig. 314 angiebt. Zwischen die Klemmen ist, wie bereits angegeben, ein Wechselstromwecker mit einer Glocke oder ein Zusatzwiderstand einzuschalten.

In ähnlicher Weise wird bei den Klappenschränken M. 1900 verfahren.

Bei Zuschaltung von Wechselstromweckern zu den für *Sp*-Leitungen benutzten Klappen ist der von der Klappen-Kontaktfeder zur Weckerklemme des Klappenschrankes führende Draht zu lösen, damit die abfallende Klappe nicht auch den an jener Klemme liegenden Wecker in Thätigkeit setzt.

b) Die Blitzableiter für Klappenschränke.

Kohlen-blitzableiter.

K o h l e n b l i t z a b l e i t e r (Fig. 321). Sie werden für 5, 10, 20 und 28 Doppelleitungen oder die doppelte Anzahl Einzelleitungen gefertigt. Auf dem aus drei Holzlagen gebildeten Grundbrett ist in der Richtung der Längs-

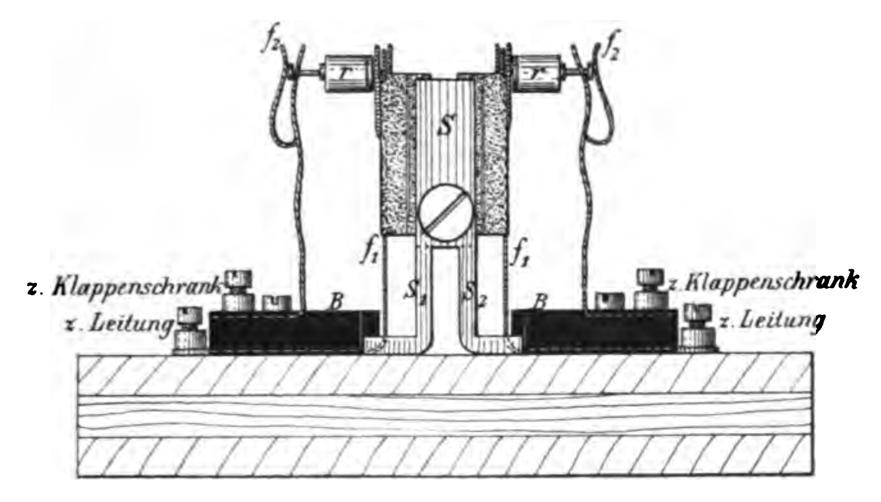


Fig. 321.

achse eine Messingschiene S — die Erdschiene — an beiden Enden durch je zwei Messingwinkel S_1 und S_2 befestigt. Kohlenplattenpaare von der für Blitzableiter zu einer Doppelleitung verwendeten Art werden durch die Federn f_1 gegen die Erdschiene gedrückt. Die als Feinsicherungen dienenden Schmelzpatronen r werden durch die Federn f_1 und f_2 gehalten, welche durch den Ebonitstreifen B voneinander isoliert sind. Die Wirkungsweise ist die der Kohlenblitzableiter für eine Doppelleitung.

Figur 322 stellt einen Kohlenblitzableiter zu 50 Leitungen dar.

B l i t z a b l e i t e r ä l t e r e r B a u a r t. Es sind im Betriebe zwei Arten vorhanden: Blitzableiter mit Abschmelzröllchen für 5, 10 und 50 Leitungen und Blitzableiter ohne Abschmelzröllchen für 5, 10 und 50 Leitungen.

Blitzableiter mit Abschmelz-röllchen.

B l i t z a b l e i t e r m i t A b s c h m e l z r ö l l c h e n. — Auf einem hölzernen Grundbrett ist eine messingene Erdschiene von ⊥-förmigem Querschnitte befestigt. Zu beiden Seiten dieser Schiene sind auf das Grundbrett für jede

Leitung zwei Messingschienen aufgeschraubt, zwischen welche ein Abschmelzröllchen von ähnlicher Bauart wie das der Gehäuseblitzableiter eingeschoben wird. Beide Schienen haben zu diesem Zwecke an den einander zugekehrten Enden Nuten und in diesen je eine neusilberne Blattfeder. Die eine Schiene trägt ferner eine Klemmschraube zum Anlegen der Leitung und in ihrem senkrecht nach oben gerichteten Teile eine mit ihrer Spitze sehr nahe an die Erdschiene heranreichende Messingschraube nebst Pressschraube. An die zweite Messingschiene ist der Zuführungsdraht zum Klappenschranke gelegt. Sie trägt ausserdem eine seitlich angeschraubte Blattfeder, welche sich mit ihrem freien Ende gegen die Leitungsschiene legt, so lange ein Abschmelzröllchen nicht eingesetzt ist, und hierdurch also eine unmittelbare Verbindung zwischen Leitungs- und Apparatschiene herstellt. Das Abschmelzröllchen

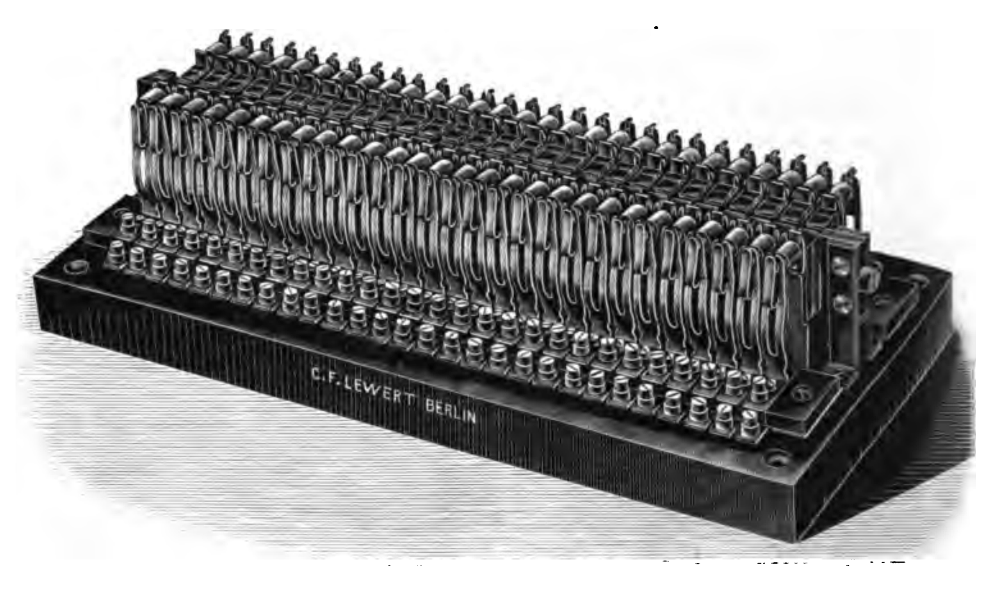


Fig. 322.

wird auf einen oben aufgeschlitzten Dorn aufgeschoben, der mit der Erdschiene in Verbindung steht. Die schützende Wirkung des Blitzableiters beruht einerseits auf der Anordnung der Spitzenschraube und andererseits auf der bei den Blitzableitern für Fernsprechgehäuse bereits erörterten Wirkung des Abschmelzröllchens.

Blitzableiter ohne Abschmelzröllchen.

Blitzableiter ohne Abschmelzröllchen. — Er ist dem vorigen ähnlich, nur ist für jede Leitung, statt zweier Schienen, ein Messingwinkel vorhanden. Der wagerechte Schenkel jedes Messingwinkels hat zwei Klemmschrauben für die Leitung und die Apparatzuführung, während der senkrechte Schenkel eine Messingschraube mit Pressschraube zum Festlegen trägt, deren Spitze der Erdschiene dicht gegenübersteht. Die Grundplatte ruht auf zwei an ihrer Unterseite rechts und links angebrachten Holzleisten. Der zwischen diesen Leisten bleibende Raum soll die Heranführung der Drähte zu den Klemmen erleichtern.

Der Blitzableiter wirkt lediglich als Spitzenblitzableiter in der Weise, dass die aus der Leitung kommende hochgespannte Elektrizität von der Spitzenschraube auf die Erdschiene überspringt.

II. Fernverkehr.

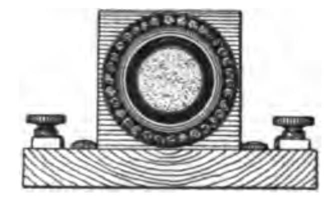
Zur Übertragung der Sprechströme aus Fernsprechanschlüssen mit Einzelleitungen in die Doppelleitungen der Fernsprechverbindungsanlagen und umgekehrt dienen die Fernsprechübertrager. Teilnehmeranschlüsse mit Doppelleitungen werden dagegen unmittelbar mit den doppeldrähtigen Fernleitungen verbunden.

Den neueren Klappenschränken sind zur Herstellung der Verbindungen zwischen Teilnehmer- und Fernleitungen besondere Zusatzkästen mit Fernleitungssystemen beigegeben, oder es werden in die Schränke von vornherein eine Anzahl von Fernleitungssystemen mit eingebaut. Bei den älteren Klappenschränken werden für den Fernleitungsbetrieb besondere Zusatzschaltungen nach Bedarf getroffen. Bei intensivem Fernverkehre kommen auch besondere Fernleitungsschränke zur Verwendung.

a) Die Fernsprechübertrager.

Ein-schenkeliger Fernsprech-übertrager von Münch.

Der einschenkelige Fernsprechübertrager von Münch (Fig. 323 u. 324). Er besteht aus einer Induktionsspule, welche als Kern K ein 3 cm dickes Bündel feiner Eisendrähte enthält, die gut ausgeglüht und durch Lacküberzug vor gegenseitiger Berührung geschützt sind. Auf jedes Ende des Kernes ist eine mit entsprechender Bohrung versehene Holzplatte g aufgeschoben. Zwischen diesen durch kleine Messingstücke auf der Grundplatte befestigten Holzplatten ist auf dem Kerne, von ihm durch eine Papierlage getrennt, die primäre Drahtspule P, dann eine doppelte Papierschicht und über dieser die sekundäre Wicklung S angebracht. Die Enden der aus feinem, mit Seide isoliertem Kupferdrahte bestehenden Wicklungen sind an die vier Klemmen PA, PE (primäre) und SA, SE (sekundäre) geführt. Die primäre Spule hat etwa 200, die sekundäre etwa 240 Ohm Widerstand.



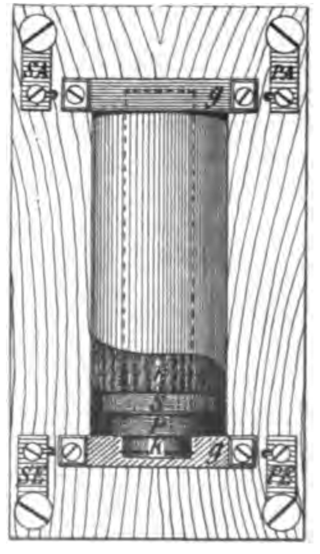


Fig. 323.

Zur Erhöhung der Wirksamkeit des Übertragers ist die sekundäre Rolle aussen ringsum mit etwa 0,5 cm starken, parallel zur Längsachse gelagerten Bündeln k aus feinem Eisendraht umgeben, welche gegen äussere Beschädigungen durch einen Lacklederüberzug geschützt sind.

Der MÜNCHsche Übertrager hat eine Nutzwirkung von 75 Prozent, er zeichnet sich durch Klarheit und Stärke der Lautwirkung aus und beseitigt insbesondere die störenden Nebengeräusche, welche bei Verwendung von Übertragern anderer Bauart aus den Einzelleitungen in die Doppelleitung mit übertragen werden, fast vollständig.

Wirkungsweise (Fig. 324). Wird die Membran des Mikrophons in der Sprechstelle A

durch Schallwellen in Schwingungen versetzt, so fliessen die in der Induktionsspule dieser Sprechstelle entstehenden Wechselströme durch die primäre Umwicklung P des Induktionsübertragers in der Vermittelungsanstalt V_1 zur Erde ab. Dabei ruft jeder, beispielsweise in der Richtung des beigesetzten Pfeiles verlaufende Stromstoss, solange seine Stärke zunimmt, in der sekundären Übertragerspule S einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, welcher die Leitung L_1 sowie die sekundäre Übertragerspule des Vermittelungsamts V_2 durchfliesst, um durch die Leitung L_2 nach dem Ausgangsamte zurück zu gelangen. Der die sekundäre Spule des Übertragers auf dem Amte V_2 durchlaufende Strom ruft in der zugehörigen primären Spule wieder einen Strom von entgegengesetzter Richtung hervor, welcher zur Sprechstelle B gelangt und dort den Fernhörer in Thätigkeit setzt. Während der Abnahme der Stärke des Stromstosses ist der induzierte Strom von derselben Richtung.

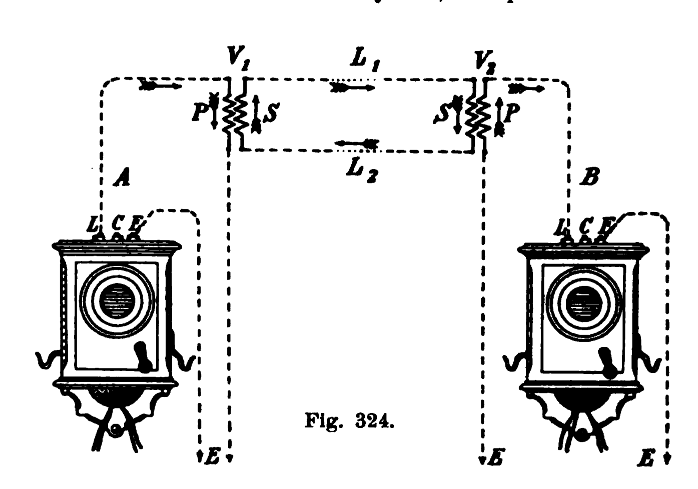


Fig. 324.

Zweischenkeliger Fernsprechübertrager von Landrath.

Der zweischenkelige Fernsprechübertrager älterer Bauart von Landrath. Er besteht aus zwei Induktionsspulen, welche als Kerne je ein Bündel Eisendrähte enthalten. Die Enden der Drahtbündel sind in entsprechende Ausbohrungen zweier auf ein hölzernes Grundbrett aufgeschraubter Eisenplatten eingelassen, sodass ein in sich geschlossenes Viereck von Eisen entsteht.

Die Eisendrähte in den Kernen sind durch Kittguss voneinander getrennt. Über jedes Drahtbündel ist eine Spule geschoben, auf der zwei mit Seide umsponnene dünne Kupferdrähte mit je etwa 70 Ohm Widerstand nebeneinander aufgewickelt sind. Der Übertrager enthält somit vier getrennte Wicklungen, deren acht Enden an die auf dem Grundbrette sitzenden Messingklemmen $A_1 E_1$, $A_2 E_2$, $A_3 E_3$ und $A_4 E_4$ geführt sind, sodass jede Wicklung des einen Schenkels mit der entsprechenden des anderen Schenkels entweder hintereinander oder nebeneinander geschaltet werden kann. Von welcher Schaltung zur Erzielung der besten Lautübertragung Gebrauch zu machen ist, muss für die einzelnen Verbindungsanlagen durch Versuch festgestellt werden. Die primäre Wicklung besteht also aus einem Drahte des einen und einem Drahte des anderen Schenkels, beide hinter- oder nebeneinander geschaltet, und die sekundäre Wicklung ist genau ebenso beschaffen; beide können miteinander vertauscht werden. Die eine wird mit der Teilnehmerleitung und die andere mit der Fernleitung verbunden. Die Wirkungsweise entspricht der des einschenkeligen Fernsprechübertragers; die Nutzwirkung beträgt jedoch nur 60 Prozent, auch werden durch den Übertrager störende Nebengeräusche nicht beseitigt.

b) Die Fernleitungssysteme der Klappenschränke neuer Bauart.

Fernleitungssysteme zu Klappenschränken für 5, 10 und 20 Doppelleitungen.

Die Fernleitungssysteme zu Klappenschränken für 5, 10 und 20 Doppelleitungen. Zur Nutzbarmachung dieser Klappenschränke für den Fernverkehr dienen Zusatzkästen mit 2 oder 3 Fernleitungssystemen (Fig. 325). Jedes Fernleitungssystem enthält, auf einer viereckigen Messing-

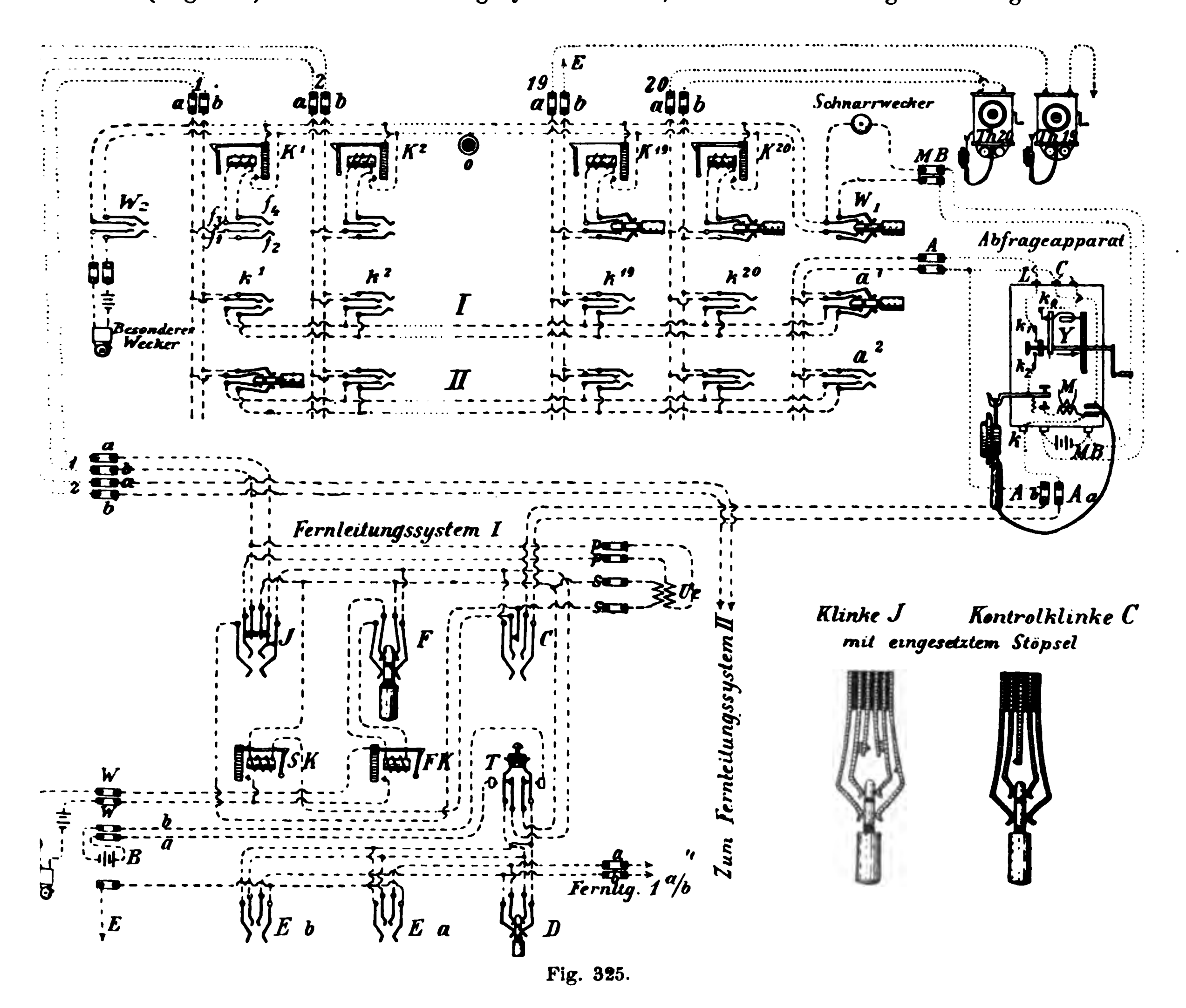


Fig. 325.

platte montiert, eine Fernklappe *FK* mit etwa 1500 Ohm Widerstand, eine Schlussklappe *SK* mit rund 600 Ohm Widerstand, eine Batterietaste *T* zum Anrufen in der Fernleitung und sechs Klinken. Von diesen Klinken dient: *J* zum Einschalten des Fernsprechübertragers *Ue* und der Schlussklappe *SK*, *F* zum Einschalten der Fernklappe *FK*, *C* zum Kontrolieren der Ferngespräche, *D* zur Normalschaltung als Doppelleitung, *Ea* zum Einzelbetriebe der *a*-Leitung und *Eb* zum Einzelbetrieb der *b*-Leitung, wenn ein Schleifendraht gestört ist. Bei Normalschaltung und ruhendem Sprechverkehre sind nur die Klinken *F* und *D* gestöpselt.

Jedes Fernleitungssystem wird durch zwei Drähte (z. B. 1 a/b) mit einem freien Klappensystem des Klappenschrankes für die Teilnehmerleitungen verbunden. Dieses Klappensystem ist in der Ruhestellung durch Herausnahme des Stöpsels aus der Klappenklinke ausgeschaltet. Der herausgenommene Stöpsel wird zur Einschaltung der Fernklappe in die Klinke *F* des Fernleitungssystems gesteckt.

Die beiden Klappen des Fernleitungssystems sind ebenfalls mit Relaiskontakt versehen, sodass die eingehenden Ruf- und Schlusszeichen auf einen mit Ortsbatterie und Umschalter *V* zwischen die Klemmen *W W* gelegten Wecker übertragen werden können.

Als Abfrageapparat ist das zum Klappenschranke gehörige Fernsprechgehäuse mit zu benutzen; dieses erhält am Boden eine besondere, mit dem Fernhörer in Verbindung stehende Klemme *k*.

Betrieb der Fernleitungen.

Endstellung. Normalschaltung. — Klinke *D* und *F* sind gestöpselt, die übrigen Klinken sind leer. Stromlauf: Draht *a* der Fernleitung 1 — mittlere Federn der Klinke *D* — linksseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Fernklappenklinke *F* — Elektromagnetumwindungen der Fernklappe *FK* — mittlere Federn der Fernklappenklinke — rechtsseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Klinke *D* — Draht *b* der Fernleitung 1. Die so in die Leitung eingeschaltete Fernklappe fällt auf den Rufstrom vom fernen Amte.

Verbindung der Fernleitung mit einer Teilnehmereinzelleitung. — Fällt die Fernklappe *FK*, so wird durch Umsetzen des Stöpsels aus der Klinke *F* in die Verbindungsklinke k_1 einer freien, z. B. der ersten wagerechten Verbindungsreihe des Klappenschrankes, der Abfrageapparat über die Abfrageklinke a_1 in die Fernleitung eingeschaltet und die Anmeldung der gewünschten Verbindung entgegengenommen. Die Verbindungen zwischen den unteren Federn der Verbindungsklinken und der zugehörigen Abfrageklinke sind der Übersichtlichkeit halber in der Figur weggelassen.

Stromlauf: Leitungsdraht *a* — mittlere Federn der Klinke *D* — linksseitiger Tastenkontakt — beide rechtsseitige Federn der Klinke *J* — mittlere Federn der Verbindungsklinke k_1 — mittlere Federn der Abfrageklinke a_1 — Abfrageapparat — äussere Federn der Abfrageklinke a_1 — äussere Federn der Verbindungsklinke k_1 — mittlere Federn der Klinke *J* — rechtsseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Klinke *D* — Leitungsdraht *b*.

Es werde die Teilnehmerleitung *Th* 19 verlangt. — Die Anmeldung wird vermerkt und der Stöpsel aus der Verbindungsklinke k_1 vorläufig in die Fernklappenklinke *F* zurückgesteckt. Hierauf ist der Stöpsel aus der Klappenklinke K_{19} in die Verbindungsklinke k_{19} der freien Reihe *I* einzusetzen und der Teilnehmer mittelst des Induktors *Y* anzurufen. Sobald sich der Teilnehmer meldet, wird der Stöpsel der Klinke *F* wieder in die Verbindungsklinke k_1 der Reihe *I* umgesetzt und zur Einschaltung des Übertragers *Ue* und der Schlussklappe *SK* in die Fernleitung der Stöpsel aus der Buchse *O* in die Klinke *J* gesteckt. Nach Beginn des Gesprächs wird der Stöpsel aus der Abfrageklinke a_1 herausgenommen und nach Erfordernis zur Kontrole in die Klinke *C* gesteckt.

Stromlauf. — *a*) Fernleitung mit Gesprächskontrole: Leitungsdraht *a* — mittlere Federn der Klinke *D* — linksseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Klinke *J* — sekundäre Spule des Übertragers *Ue* — rechtsseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Klinke *D* — Leitungsdraht *b*.

Schlussklappe und Fernhörer des Abfragesystems sind hierbei hintereinander als Brücke, d. h. dem Übertrager parallel, auf folgendem Wege eingeschaltet: linksseitiger Tastenkontakt (Leitungsdraht *a*) — äussere Federn der Kontrolklinke *C* — Fernhörer des Abfragesystems — mittlere Federn der Kontrolklinke — Schlussklappe *SK* — rechtsseitiger Tastenkontakt (Leitungsdraht *b*).

Ist dauerndes Mithören nicht erforderlich, so wird der Stöpsel aus der Kontrolklinke k_{19} herausgenommen. Es ist dann nur die Schlussklappe als Brücke, d. h. dem Übertrager parallel geschaltet, und zwar von der 3. Feder der Klinke *C* aus, die mit der 2. Feder Kontakt macht.

b) Teilnehmerleitung: Einzelleitung 19 — mittlere Federn der Verbindungsklinke 19 der Reihe *I* — mittlere Federn von k_1 der Reihe *I* — Klemmen 1*a* — innere, durch den vorderen Stöpselkörper verbundene Federn der Klinke *J* — primäre Wicklung des Übertragers — äussere Federn der Verbindungsklinken k_1 und k_{19} der Reihe *I* — Erde.

Verbindung der Fernleitung mit einer Teilnehmer-Doppelleitung *Th* 20. — Die Verbindung ist in derselben Weise auszuführen wie die einer Fernleitung mit einer Teilnehmereinzelleitung. Der Einschaltung des Übertragers durch Einsetzen des Stöpsels in die Klinke *J* bedarf es jedoch nur dann, wenn die Anschlussleitung mangelhaft isoliert ist und daher bei unmittelbarer Verbindung störendes Erdgeräusch auftritt.

Stromlauf ohne Übertrager: Fernleitung Draht *a* — mittlere Federn der Klinke *D* — linksseitiger Tastenkontakt — Kontakt zwischen den beiden rechtsseitigen Federn der Klinke *J* — mittlere Federn der Verbindungsklinken k_1 und k_{20} der Reihe *I* — Draht *a* der Doppelanschlussleitung — Sprechgehäuse der Teilnehmerstelle — Draht *b* der Teilnehmerleitung — äussere Federn der Klinken k_1 und k_{20} der Reihe *I* — Kontakt zwischen den mittleren Federn der Klinke *J* — rechtsseitiger Tastenkontakt — äussere Federn der Klinke *D* — Draht *b* der Fernleitung.

Durch Einsetzen des Stöpsels aus der Abfrageklinke a_1 in die Klappenklinke k_{20} wird die Teilnehmerklappe als Schlussklappe in Brücke zwischen beide Leitungsdrähte geschaltet. Die Gesprächskontrole erfolgt durch Stöpselung der Kontrolklinke *C*.

Stromlauf mit Übertrager: Wie bei Verbindung der Fernleitung mit einer Teilnehmereinzelleitung; die äusseren Federn der Verbindungsklinken sind dann nicht mit Erde, sondern mit dem Drahte *b* der Anschlussdoppelleitung verbunden.

Verbindung zweier Fernleitungen. Soll die Fernleitung 2*a*/*b* mit der Fernleitung 1*a*/*b* verbunden werden, so wird der Stöpsel aus der Fernklinke *F* der Leitung 1*a*/*b* in die Verbindungsklinke k_1 der Reihe *I* umgesetzt; sodann ist durch Niederdrücken der Taste *T* das ferne Amt in 1 anzurufen.

Stromlauf für deu Weckruf: Batteriepol *Ba* — linksseitiger Batteriekontakt der Taste *T* — mittlere Federn der Klinke *D* — Leitungsdraht *a* — fernes Amt — Leitung *b* zurück — äussere Federn der Klinke *D* — rechtsseitiger Batteriekontakt der Taste — Batteriepol *Bb*.

Sobald sich das ferne Amt gemeldet hat, sind beide Fernleitungen durch Stöpselung in k_1 und k_2 der Reihe I zu verbinden; zugleich ist der Stöpsel aus der Abfrageklinke a_1 in die Fernklinke der Leitung $2\,a/b$ zur Einschaltung der zugehörigen Fernklappe als Schlussklappe umzusetzen. Bleibt das Schlusszeichen ungewöhnlich lange aus, so ist der letztgedachte Stöpsel in die Kontrolklinke einzustecken und am Fernhörer zu prüfen, ob noch gesprochen wird. Bei dieser Stellung liegen Fernhörer und Schlussklappe der Leitung $2\,a/b$ hintereinander als Brücke zwischen beiden Leitungsdrähten.

Der Stromlauf für die Durchsprechstellung der verbundenen Fernleitungen ist leicht zu verfolgen; gestöpselt sind die Verbindungsklinken k_1 und k_2 der Reihe I, am Fernleitungssystem I die Klinke D und am System II die Klinken D und F.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen. Der Draht b der Fernleitung $1\,a/b$ soll als Einzelleitung betrieben werden, da der Draht a gestört ist. Der beim Doppelleitungsbetrieb in Klinke D steckende Stöpsel wird in Klinke Eb umgesetzt. Das Verfahren bei Herstellung der Verbindungen deckt sich mit dem für die Doppelleitung angegebenen, nur ist zu beachten, dass bei Verbindung von $1\,b$ mit Doppelleitung $2\,a/b$ der Induktionsübertrager eingeschaltet werden muss, was bei Verbindung mit Doppelanschlussleitungen nicht erforderlich ist.

Durch Umsetzung des Stöpsels aus D in die Klinke Eb erhält der rechtsseitige Tastenkontakt an Stelle der Verbindung nach der Leitung eine Verbindung über die äusseren Federn der Klinke Eb zur Erde und der linksseitige Tastenkontakt eine Verbindung mit dem b-Drahte, während der gestörte a-Draht an der mittleren Feder von D isoliert wird. Im übrigen ist der Stromlauf innerhalb des Fernleitungssystems derselbe wie beim Doppelleitungsbetriebe. Ist der Draht b gestört, so wird er durch Umsetzen des Stöpsels von D nach Ea isoliert, der rechtsseitige Tastenkontakt aber an Erde gelegt.

Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 40 Doppelleitungen.

Die Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 40 Doppelleitungen. In dem Klappenschrank ist Platz für 4 Fernleitungssysteme (für 4 im Amte endende oder für 2 durchgehende Leitungen) vorgesehen, welche in ihrer Einrichtung und Schaltung genau denjenigen in den Zusatzkästen für die Fernleitungssysteme der kleineren Klappenschränke (vgl. Seite 439) entsprechen und in gleicher Weise mit den Verbindungsklinken v_1 bis v_4 der acht Doppelklinkenreihen des Klappenschrankes verbunden sind. Die Bezeichnung der Klinken und Klappen der Fernleitungssysteme entspricht der Bezeichnung der gleichartigen Teile in den Zusatzkästen.

Als Abfrageapparat dient das Handmikrophon; sonst gestaltet sich das Verfahren bei Ausführung von Fernverbindungen gerade so wie bei den kleineren Klappenschränken mit Zusatzkästen für Fernleitungssysteme; die Stromläufe sind die gleichen.

Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 50 Doppelleitungen.

Die Fernleitungssysteme zum Klappenschranke für 50 Doppelleitungen. Dieser Klappenschrank kann ebenfalls 4 Fernleitungssysteme aufnehmen (vgl. Fig. 313 u. 314). In dem freien Raume unterhalb der Teilnehmerklappen und oberhalb der Teilnehmerklinken sind für jede Fernleitung eine Anrufklappe FK^{I} bis FK^{IV} mit 1500 Ohm Rollenwiderstand und 4 Klinken A, B, C, D angeordnet. Zur Verbindung der (Doppel-) Fernleitungen untereinander oder mit den Doppel-Anschlussleitungen werden die

Schnurpaare s^1 s^2 für die Herstellung der Teilnehmerverbindungen mitbenutzt. Zur Verbindung von (Doppel-) Fernleitungen mit Einzel-Anschlussleitungen oder mit solchen Fernleitungen, welche in einem Drahte gestört sind und daher als Einzelleitungen betrieben werden, dienen vier weitere Schnurpaare mit Doppelstöpseln s^3 s^4, zwischen welche je ein Induktionsübertrager *Ue* geschaltet ist.

Von den Fernklinken sind *A* und *B* zum Abfragen, Kontrolieren und Verbinden der Fernleitungen bestimmt, während *C* und *D* bei normalem Betriebe der Fernleitungen unbenutzt bleiben. Für die Dauer von Störungen werden in *C* und *D* besondere Zwillingsstöpsel *Q* und *R* eingesetzt, um die betriebsfähigen Drähte der Fernleitungen als Einzelleitungen benutzen zu können.

Die Anker der Elektromagnete der Fernklappen sind mit Kontaktvorrichtungen versehen, die den Stromkreis einer Ortsbatterie durch den an der Vorderseite des Schrankes angebrachten Wecker *W* schliessen, sobald ein Weckstrom die Klappenwicklung durchläuft. Der Weckerklöppel schlägt dann abwechselnd gegen zwei aus der Innenfläche der Weckerglocke hervorragende Metallansätze. Soll der Wecker, statt zu läuten, nur schnarren, so ist die Glockenschale um 180° zu drehen; der Klöppel kann alsdann die Metallansätze nicht mehr erreichen. Zum Anruf in den Fernleitungen mit verschieden starken Strömen dienen die auf dem Stöpselbrette des Klappenschrankes angebrachten Doppeltasten T^1 und T^2, die in ihrer Bauart den Doppeltasten der Mix und Genestschen Vielfachumschalter entsprechen. Meist wird der Anruf auch durch den für das Rufen in den Teilnehmerleitungen bestimmten Induktor *Y* erfolgen können. Diesem ist nämlich zur Verlangsamung des Ansteigens und Abfallens der Weckströme ein mit zwei Wicklungen g_1 und g_2 versehener Graduator vorgeschaltet, ausserdem ist sein Anker senkrecht zur Längsachse aufgeschnitten; es ist daher kaum zu befürchten, dass die Induktorströme in benachbarten Leitungen Störungen des Sprechverkehrs verursachen könnten.

Betrieb der Fernleitungen. Die Fernleitungen L_1 a/b und L_2 a/b seien vollständig betriebsfähig. In den Klinken C^I D^I und C^{II} D^{II} stecken keine Stöpsel.

Endstellung. — Die Klinken A^I B^I und A^{II} B^{II} sind leer. Klappe FK^1 fällt ab: Abfragestöpsel *s* in Klinke B^1, Abfragen durch Mikrophon *M* und Fernhörer *F* bei niedergedrücktem Hebel *h*.

Stromlauf beim Abfragen: Leitung L_1 *a* — 2. und 3. Klinkenfeder C^I — obere Feder der Klinke B^I — Stöpsel *s* Spitze — Tasten T_2 und T_1 — sekundäre Mikrophonspule — Fernhörer *F* — (Mikrophonstromkreis durch Hebel *h* über *M* und *MB* geschlossen) — Tasten T_1 und T_2 — Induktor *Y* — Stöpsel *s* Hals — untere Klinkenfeder B^1 — Klinke D^I — 5. und 4. Klinkenfeder C^I — Leitung L_1 b.

Es werde die Teilnehmer-Doppelleitung *Th* 19 verlangt. Der Abfragestöpsel *s* wird in Klinke B_{19} gesteckt und der Teilnehmer mittelst des Induktors *Y* angerufen.

Stromlauf für den Anruf: Induktor *Y* — Graduator g_2 — Stöpsel *s* — obere Klinkenfeder B_{19} — Leitung *a* — Teilnehmerstelle 19 — Leitung *b* — untere Klinkenfeder B_{19} — Stöpsel *s* — Graduator g_1 — Induktor *Y*.

Nach erfolgtem Anrufe des Teilnehmers 19 wird der Stöpsel s_1 in die Klinke A^I und der Stöpsel s_2 in die Klinke B_{19} gesteckt. Die Klappe FK^I

bleibt zur Empfangnahme des Schlusszeichens über die Federn der Klinken A^I und B^I als Brücke eingeschaltet.

Stromlauf für den Sprechverkehr **ohne** Induktionsübertrager. — Leitung 19*a* — obere Klinkenfeder B_{19} — Stöpsel s_2 s_1 — obere Klinkenfeder A^I — 3. und 2. Klinkenfeder C^I — Draht *a* der Fernleitung L_1 *a*/*b* — fernes Amt — Leitung L_1 *b* — 4. und 5. Klinkenfeder C^I — Klinke D^I — untere Klinkenfeder A^I — Stöpsel s_1 s_2 — untere Klinkenfeder B_{19} — Leitung 19*b* — Teilnehmerstelle 19.

Macht sich bei einer solchen unmittelbaren Verbindung der Fernleitung mit der Doppelanschlussleitung Erdgeräusch bemerkbar, weil letztere vielleicht mit Nebenschliessungen behaftet ist, so muss die Verbindung mittelst eines Schnurpaars s_3 s_4 unter Zwischenschaltung eines Induktionsübertragers erfolgen.

Stromlauf für den Sprechverkehr **mit** Induktionsübertrager. — Leitung 19*a* — obere Klinkenfeder B_{19} — Stöpsel s_3 Spitze — primäre Spule des Induktionsübertragers — Stöpsel s_3 Hals — untere Klinkenfeder B_{19} — Leitung 19*b* — Teilnehmerstelle 19. Ferner: Leitung L_1 *a* — 2. und 3. Klinkenfeder C^I — obere Klinkenfeder A^I — Stöpsel s_4 Spitze — sekundäre Spule des Induktionsübertragers — Stöpsel s_4 Hals — untere Klinkenfeder A^I — Klinke D^I — 5. und 4. Klinkenfeder C^I — Leitung L_1 *b* — fernes Amt.

Die Fernklappe FK^I ist wieder über die Klinken A^I und B^I als Brücke zur Empfangnahme des Schlusszeichens eingeschaltet.

Verbindung der Fernleitung L_1*a*/*b* mit der Einzelanschlussleitung *Th* 20. — Der Anruf des Teilnehmers erfolgt durch den Induktor *Y* wie vorbeschrieben; sodann wird der Stöpsel s_3 in die Klinke B_{20} und der Stöpsel s_4 in die Klinke A^I gesteckt. Der Stromlauf entspricht demjenigen für den Sprechverkehr zwischen Doppelleitungen unter Verwendung des Induktionsübertragers, nur dass an Stelle des die Rückleitung bildenden Leitungsdrahts *b* Erdverbindungen in der Sprechstelle und dem Vermittelungsamte treten.

Verbindung von zwei Fernleitungen. — Aus der Fernleitung L_1 *a*/*b* wird die Fernleitung L_2 *a*/*b* verlangt. Der Abfragestöpsel *s* wird in die Klinke B^{II} gesteckt und das ferne Amt durch Niederdrücken der Taste T_1 oder T_2 oder mit Hülfe des Induktors *Y* angerufen.

Stromlauf für den Anruf. — Pol *a* der Weckbatterie FB_1 oder FB_2 — Taste — Stöpsel *s* — obere Klinkenfeder B^{II} — 3. und 2. Klinkenfeder C^{II} — Draht L_1 *a* — fernes Amt — Draht L_1 b — 4. und 5. Klinkenfeder C^{II} — Klinke D^{II} — untere Klinkenfeder B^{II} — Stöpsel *s* — Taste — Pol *b* der Weckbatterie FB_1 oder FB_2.

Der Stromlauf beim Anrufe mit dem Induktor verläuft gleichartig, an Stelle der Batterie liegt der Induktor *Y* über die Graduatoren g_1 und g_2 an den Leitungsdrähten des Doppelstöpsels *s*. Der Stöpsel s_1 wird hierauf in die Klinke A^I und der Stöpsel s_2 in die Klinke B^{II} gesteckt.

Stromlauf für den Sprechverkehr. — Leitung L_1 *a* — 2. und 3. Klinkenfeder C^I — obere Klinkenfeder A^I — Stöpsel s_1 s_2 — obere Klinkenfeder B^{II} — 3. und 2. Klinkenfeder C^{II} — Leitung L_2 *a* — Fernamt der Leitung L_2 *a*/*b* — Leitung L_2 *b* — 4. und 5. Klinkenfeder C^{II} — Klinke D^{II} —

untere Klinkenfeder B^{II} — Stöpsel $s_2\,s_1$ — untere Klinkenfeder A^I — Klinke D^I — 5. und 4. Klinkenfeder C^I — Leitung $L_1\,b$ — Fernamt der Leitung $L_1\,a/b$. Die Fernklappe FK^I ist über A^I und B^I als Brücke zur Entgegennahme des Schlusszeichens eingeschaltet.

Gesprächskontrole. — Nach Herstellung der Verbindung ist der Abfragestöpsel s in die Klinke B^I einzuführen, um zu prüfen, ob das Gespräch zu stande kommt. Der Hebel h des Fernhörers darf hierbei nur dann niedergedrückt werden, wenn der Beamte sich am Sprechverkehre beteiligen und zu diesem Zwecke das Mikrophon einschalten muss.

Soll während des ganzen Gesprächs mitgehört werden, so ist der Kontrolstöpsel c in die Klinke B^I einzusetzen; hierdurch wird an Stelle der Schlussklappe FK^I der Fernhörer F mit dem Graduator g als Brücke eingeschaltet.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen. Ist der a-Draht einer Doppelleitung unterbrochen, so wird der Zwillingsstöpsel Q in die Klinken C und D derart eingesetzt, dass die Aufschrift „Draht a an Erde" nach oben zeigt; ist der Draht dagegen durch Berührung, Nebenschluss oder Erdschluss gestört, so wird der Zwillingsstöpsel R mit der nach oben zeigenden Aufschrift „Draht a isoliert" eingesetzt. Wenn der b-Draht gestört ist, so werden die Stöpsel Q und R in sinngemässer Weise mit der nach oben gekehrten Aufschrift „Draht b an Erde" oder „Draht b isoliert" benutzt. In jedem Falle wird durch die Stöpselung der nicht gestörte Draht für den Betrieb als Einzelleitung auf die Fernklappe geschaltet.

Beispiel: Draht b der Fernleitung $L_1\,a/b$ sei unterbrochen; der Zwillingsstöpsel Q mit der nach oben zeigenden Aufschrift „Draht b an Erde" wird in die Klinken C^I und D^I eingesetzt. Die Klinken A^I und B^I bleiben leer. Aus der Fernleitung werde eine Verbindung mit der Teilnehmerleitung *Th* 19 verlangt.

Hierzu wird der Abfragestöpsel s in die Klinke B_{19} gesteckt und mittelst des Induktors der Teilnehmer 19 angerufen. Sodann wird Stöpsel s_1 in Klinke A^I und Stöpsel s_2 in Klinke B_{19} gesteckt.

Stromlauf: Draht a der Fernleitung $L_1\,a/b$ — 2. und 3. Klinkenfeder C^I — obere Klinkenfeder A^I — Stöpsel $s_1\,s_2$ — obere Klinkenfeder B_{19} — Draht a der Teilnehmerleitung 19 — Sprechstelle 19 — Draht 19b — untere Klinkenfeder B_{19} — Stöpsel $s_2\,s_1$ — untere Klinkenfeder A^I — 2. und 1. Klinkenfeder D^I — Erde.

Die Fernklappe FK_1 liegt als Schlussklappe in einer Abzweigung von der oberen Klinkenfeder A^I über die Klinken B^I und D^I an Erde.

c) Die Schaltung von Fernleitungen auf Klappenschränke älterer Bauart.

Fernleitungen auf Klappenschränken für Einzelleitungsbetrieb.

1. Klappenschränke für Einzelleitungsbetrieb (Fig. 326). Die Drähte a und b der Fern-Doppelleitung endigen an einer Doppeltaste DT. Von dieser führen Stromwege nach der für mehrere Doppelleitungen gemeinsamen Weckbatterie FB, ferner über einen Kurbelumschalter zu einem Dosenwecker von etwa 800 Ohm Widerstand und hoher Selbstinduktion und endlich zu der sekundären Wicklung eines Münchschen Induktionsübertragers, dessen primäre Wicklung mit zwei unteren oder seitlichen Klinken I und II des Klappenschrankes verbunden ist. Klappenschränke für 10 Leitungen

erhalten zu diesem Zwecke einen besonderen Klinkenrahmen. Zur Herstellung der Verbindungen dienen einfache Leitungschnüre mit je einem roten und einem schwarzen Stöpsel sowie zwei Leitungsschnüre S_1 mit einem schwarzen Stöpsel, ferner zu Untersuchungszwecken eine Leitungsschnur mit zwei schwarzen Stöpseln.

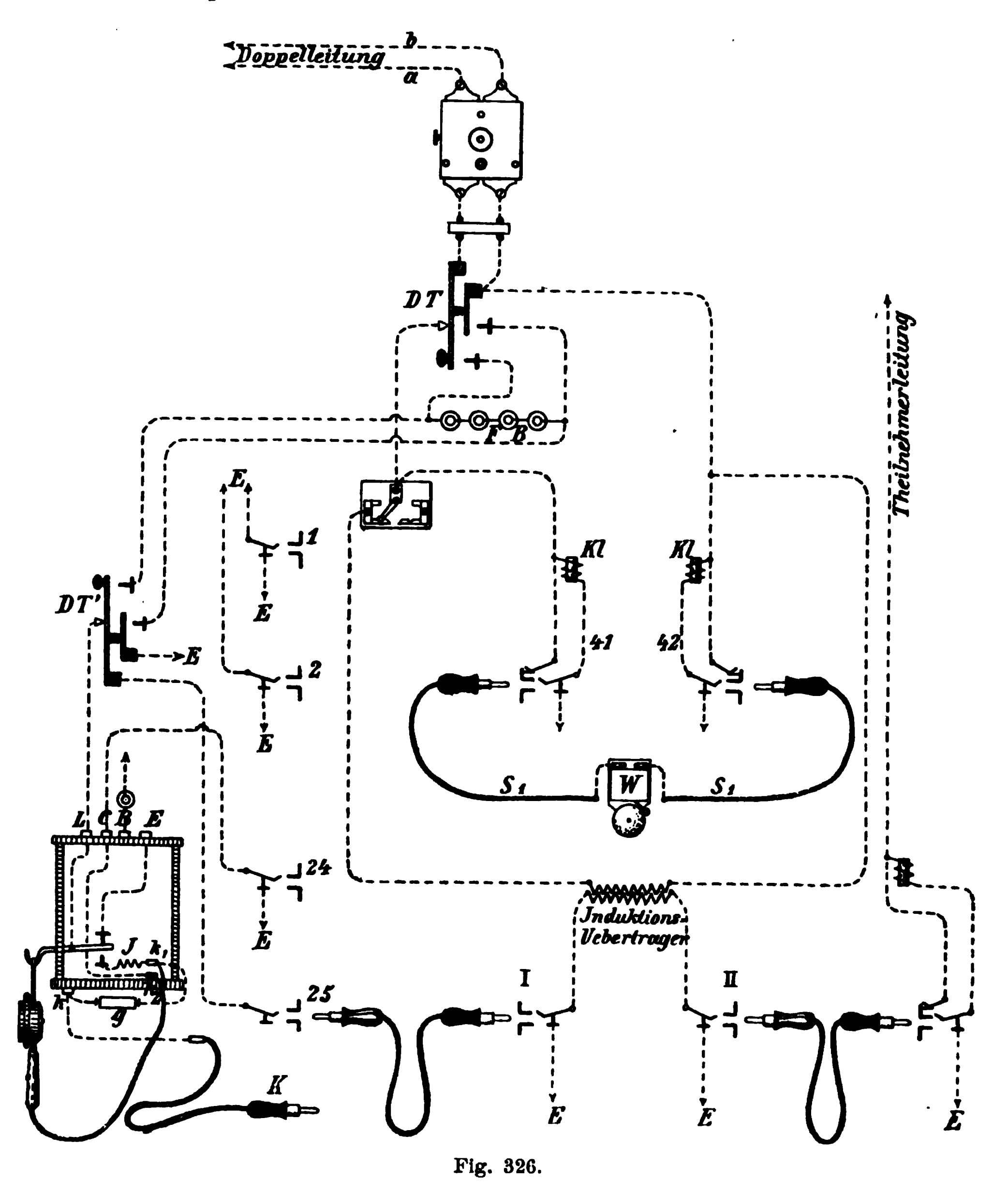


Fig. 326.

Damit das für den Ortsverkehr verwendete Abfragegehäuse für den Fernverkehr mitbenutzt werden kann, ist eine Kontrolschnur *K* über die am Boden des Gehäuses angebrachte Klemme *k* und den Graduator *g* (von 500 Ohm) an den Hörstromkreis angeschlossen. Die Erdklemme *E* des Abfragegehäuses bleibt isoliert, die Kontrolklemme *C* wird, um die Einschaltung

des Gehäuses in die Doppelleitung zu ermöglichen, über die seitliche Klinke 24 an Erde gelegt.

Die Leitungsklemme L des Gehäuses ist zum Wecken in eindrähtig betriebenen Fernleitungen über eine Doppeltaste DT' hinweg mit der Abfrageklinke 25 verbunden.

Die mit dem Auflager und der Feder an Erde gelegten seitlichen Klinken 1 und 2 dienen zu Untersuchungszwecken.

Betriebsstellungen.

a) Anruf von ausserhalb. — Die Klinken 41 und 42 sind über den Wecker W durch die Leitungsschnüre S_1 miteinander verbunden; die Kurbel des Umschalters hat ihre gewöhnliche Stellung links. Der ankommende Weckstrom setzt den Wecker in Thätigkeit, welcher der sekundären Wicklung des Übertragers parallel geschaltet ist.

Das Abfragegehäuse wird mittelst einer gewöhnlichen Leitungsschnur durch Stöpselung der Klinken 25 und I mit der primären Wicklung des Induktionsübertragers verbunden.

b) Verbindung mit dem verlangten Teilnehmer. — Der schwarze Stöpsel einer Leitungsschnur ist in die Klinke der verlangten Teilnehmerleitung und der rote Stöpsel dieser Schnur in die Klinke II einzusetzen; hierauf kann der Teilnehmer mittelst der Taste oder Kurbel des Abfragegehäuses gerufen werden. Sobald das Gespräch zwischen den Teilnehmern beginnt, ist der Abfragestöpsel aus der Klinke I zu entfernen.

c) Gesprächskontrole. — Der Kontrolstöpsel K wird an die Hülse der Teilnehmerklinke gelegt; hierbei ist der vom Haken abgenommene Fernhörer des Abfragegehäuses über den Graduator g, die Klemmen k_1 k_2 C und die Klinke 24 eingeschaltet, das Mikrophon dagegen ausgeschaltet.

d) Anruf nach ausserhalb. — Verlangt ein Teilnehmer eine Verbindung mit der Doppelleitung, so wird nach erfolgtem Abfragen der rote Stöpsel der Abfrageschnur in die Klinke II, der schwarze in die Teilnehmerklinke gesetzt und durch eine zweite Leitungsschnur die Klinke I mit der Klinke 25 verbunden. Durch Niederdrücken der Doppeltaste DT ist sodann der Strom der Batterie FB zum Wecken des fernen Amtes in die Doppelleitung zu senden. Ist das Gespräch im Gange, so wird der Stöpsel aus Klinke I wieder entfernt. Das Schlusszeichen ist an dem eingeschalteten Wecker wahrnehmbar.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen. Die beiden Leitungsschnüre S_1 werden aus den Klinken 41 und 42 in die Klinken I und II umgesetzt und die Kurbel des Umschalters V auf den rechtsseitigen Kontakt gelegt. Der betriebsfähige Schleifendraht ist sodann durch Stöpselung der Klinken 41 oder 42 wie eine Anschlussleitung zu betreiben. Zum Wecken dient alsdann die Taste DT'.

Untersuchungsstellungen.

Nur in Betriebsstellen, bei denen die Plattenblitzableiter nicht in demselben Raume wie die Klappenschränke aufgestellt sind, werden die zur Feststellung von Störungen erforderlichen Verbindungen am Klappenschrank ausgeführt.

Unmittelbare Verbindung beider Drähte der Doppelleitung. — Die Kurbel des Umschalters wird nach rechts gelegt, und die Klinken 41 und 42 werden durch eine Schnur mit zwei schwarzen Stöpseln miteinander verbunden.

Der *a*-Draht der Doppelleitung ist zu isolieren. — Die Umschalterkurbel ist nach rechts zu legen und der Stöpsel aus der Klinke 42 zu entfernen und isoliert zu halten.

Der *a*-Draht der Doppelleitung ist mit Erde zu verbinden. — Die Klinke 41 wird durch eine mit zwei schwarzen Stöpseln versehene Schnur mit einer der Untersuchungsklemmen 1 oder 2 verbunden.

Besondere Betriebsverhältnisse. Bei kürzeren Leitungen mit wenigen Betriebsstellen kann der Dosenwecker *W* wegfallen und dafür eine Klappe, z. B. 41, erforderlichen Falles mit vorgeschaltetem Graduator benutzt werden. In diesem Falle sind die Klinken 41 und 42 durch eine gewöhnliche Leitungsschnur mit einem roten und einem schwarzen Stöpsel zu verbinden.

In längeren Leitungen mit mehreren Zwischenstellen ist bei letzteren dem Dosenwecker noch ein Graduator vorzuschalten, dessen Grösse von dem Leitungswiderstand und der Zahl der eingeschalteten Betriebsstellen abhängig ist.

Fernleitungen auf abgeänderten Klappenschränken.

2. Abgeänderte Klappenschränke zu 50 Leitungen. Die Drähte *a* und *b* jeder Fernleitung (Fig. 327) führen über Klemmen $L_1\ a/b$ ($L_2\ a/b$)*) und über die unten links und rechts im Schranke angebrachten Vorschalteklinken mit der Bezeichnung 1^a, 1^b (2^a, 2^b) zu den Stöpseln S^1 (S^2). Diese Vorschalteklinken und Stöpsel werden benutzt, wenn in Störungsfällen einzelne Fernleitungsdrähte als Einzelleitungen betrieben werden sollen.

Von den Abzweigungspunkten der Adern der Stöpsel S^1 (S^2) aus sind die Drähte jeder Fernleitung über eine Doppeltaste T^1 (T^2) zu dem die Ein- und Ausschaltung des Induktionsübertragers Ue^1 (Ue^2) ermöglichenden Hebelumschalter H^1 (H^2) geführt, an welchen ausserdem mittelst zweiadriger Leitungsschnur der mit rotem Handgriffe versehene Stöpsel VS^1 (VS^2) angeschlossen ist. Zwischen Taste und Hebelumschalter sind ferner die Fernklappe FK^1 (FK^2) und die Fernklinke Kf^1 (Kf^2) angeordnet. Die Fernklappen haben einen Widerstand von je 1500 Ohm. Die in der Figur nur schematisch angedeuteten Doppeltasten und Hebelumschalter entsprechen hinsichtlich ihrer Bauart und Wirkungsweise den Doppeltasten und Hebelumschaltern der Mix & Genest schen Vielfachumschalter kleiner Form.

Der Stöpsel VS^1 (VS^2) dient allgemein zur Verbindung der betreffenden Fernleitung mit anderen Anschluss- oder Fernleitungen. Kommen hierbei mehrere Schränke in Betracht, so werden die Doppelstöpsel AS^0, VS^0 — ohne Klappen — und die seitlichen Klinken zu Hülfe genommen.

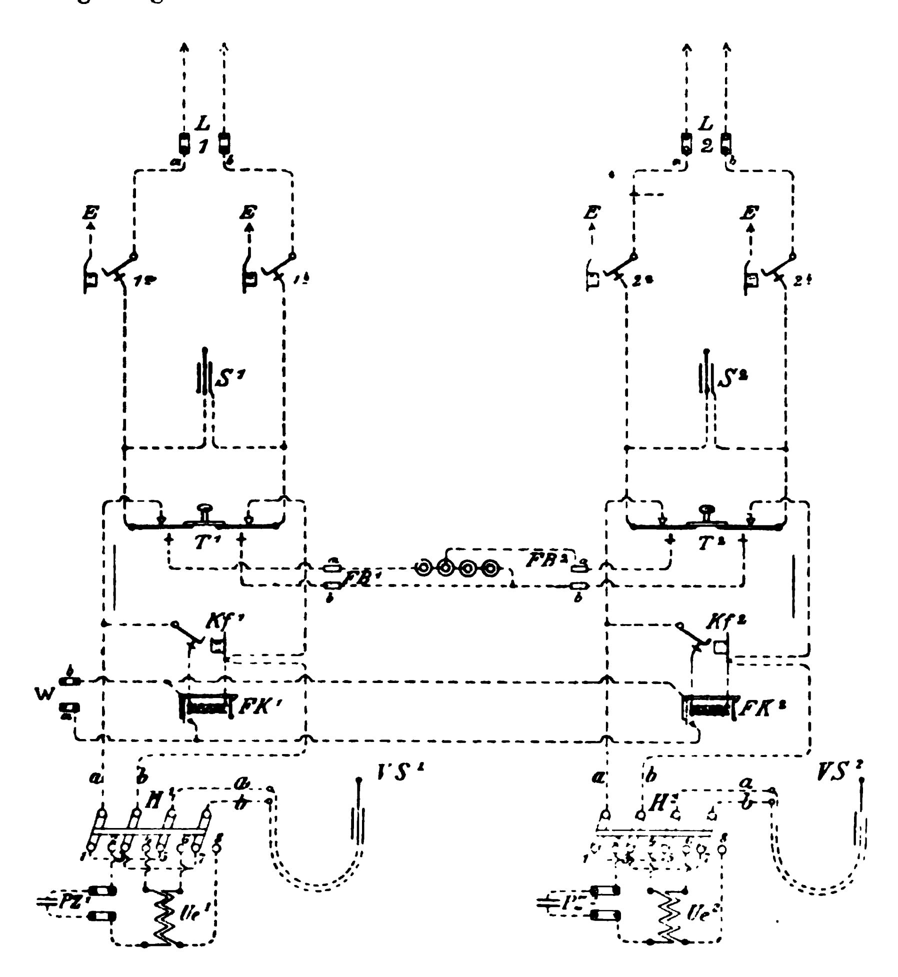
Polarisationszellen.

Zwischen Kontakt 2 des Hebelumschalters H^1 (H^2) und der sekundären Spule des Induktionsübertragers Ue^1 (Ue^2) sind vier Polarisationszellen PZ^1 (PZ^2) angeordnet. Eine solche Zelle besteht aus einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Gläschen, in das zwei Platindrähte als Elektroden eintauchen. Da diese Zellen zwar Wechselströme, wegen ihrer starken Polarisation aber nicht gleichgerichtete Ströme durchlassen, wird die Fernklappe FK^1 (FK^2) auf das von einem anderen Amte mittelst der Doppeltaste gegebene Schlusszeichen auch dann noch sicher abfallen, wenn der Übertrager durch Umlegung des Hebelumschalters parallel zu der Klappe geschaltet ist.

---

*) Die in Klammern stehenden Bezeichnungen beziehen sich auf die auf demselben Schranke liegende Fernleitung $L_2\ a/b$.

Die Elektromagnetanker der Fernklappen besitzen Kontakte, durch welche ein besonderer, die Rufzeichen in den Fernleitungen wiedergebender Wecker *W* in Thätigkeit gesetzt wird.



Vorschalteklinken (1a, 1b 2a, 2b) mit eingesetzten Stöpseln.

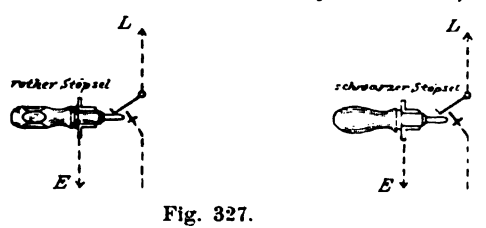


Fig. 327.

Betrieb der Fernleitungen.

A. Die Fernleitungen $L1a/b$ und $L2a/b$ seien vollständig betriebsfähig. In den Vorschalteklinken 1^a, 1^b, 2^a und 2^b stecken keine Stöpsel.

I. Durchsprechstellung: Stöpsel VS^1 steckt in Klinke Kf^2 (oder VS^2 in Kf^1), Klappe FK^1 (oder FK^2) liegt zur Empfangnahme der Anrufe als Brücke zwischen den Drähten der verbundenen Fernleitungen, die Hebelumschalter H^1 und H^2 liegen nach hinten, d. h. auf den Kontakten 1 und 3.

II. Endstellung: Sämtliche Stöpsel in Ruhestellung; Klappe FK^1 liegt in Leitung $L1\,a/b$, Klappe FK^2 in Leitung $L2\,a/b$; Hebelumschalter H^1, H^2 nach hinten (dem Schranke zugekehrt).

a) Klappe FK^1 fällt ab: Abfragestöpsel in die Klinke Kf^1, wodurch die Klappe FK^1 aus-, das Abfragesystem dagegen eingeschaltet wird. Abfragen bei niedergedrücktem Hebel *h* des Fernhörers *F*.

α) Ein mittelst Einzelleitung angeschlossener Teilnehmer werde verlangt: Abfragestöpsel in die betreffende Teilnehmerklinke z. B. Kt^2, Herbeirufen des Teilnehmers. Sodann Abfragestöpsel zurück in die Fernklinke Kf^1, Verbindungsstöpsel VS^1 in die Teilnehmerklinke Kt^2 und Einschaltung des Übertragers Ue^1 durch Umlegen des Hebelumschalters H^1 (in der Figur nach rechts, am Schranke selbst nach vorn, d. h. in der Richtung auf den Beamten).

Sobald das Gespräch im Gange ist, wird der Abfragestöpsel aus der Fernklinke entfernt und hierdurch die Fernklappe als Schlussklappe eingeschaltet.

β) Ein mittelst Doppelleitung angeschlossener Teilnehmer werde verlangt: Wie unter α, der Übertrager ist jedoch nur in dem Falle einzuschalten, wenn sich bei der unmittelbaren Verbindung der Doppel-Anschlussleitung mit der Doppel-Fernleitung — etwa infolge mangelhafter Isolation — Erdgeräusch bemerkbar macht.

γ) Es werde eine Verbindung mit der auf einem anderen Schranke liegenden Fernleitung $L6\,a/b$ verlangt: Sobald das Freisein dieser Leitung durch mündliche Rückfrage festgestellt ist, kommt auf dem Arbeitsplatze der Leitung $L1\,a/b$ Stöpsel VS^1 in eine freie, mit dem Arbeitsplatze für Leitung $L6\,a/b$ in Verbindung stehende seitliche Klinke z. B. Nr. Ks^4 (rechts). Darauf ruft der Beamte der Leitung $L6\,a/b$ das verlangte Amt an und verbindet die seitliche Klinke Ks^4 (rechts) seines Schrankes unter Benutzung eines Schnurpaars AS^0 — VS^0 (schwarze Stöpsel) mit der Fernklinke Kf^6, wodurch er zugleich die Fernklappe seines Platzes ausschaltet. Auf dem Arbeitsplatze der Leitung $L1\,a/b$ bleibt die Fernklappe FK^1 zur Empfangnahme des Schlusszeichens eingeschaltet. Nach dem Eingange des letzteren ist Leitung $L6\,a/b$ frei zu melden.

b) Es liege eine Gesprächsanmeldung für Leitung $L1\,a/b$ vor: Abfragestöpsel in die Fernklinke Kf^1, Anrufen des fernen Amtes mittelst der Taste T^1. Das weitere Verfahren ergiebt sich aus dem unter a) Gesagten von selbst.

B. Von jeder der beiden Fernleitungen *L1 a/b* und *L2 a/b* sei nur ein Draht z. B. 1^b und 2^a betriebsfähig: Stöpsel S^1 in die Vorschalteklinke des betriebsfähigen Drahtes 1^b, Stöpsel S^2 in die Vorschalteklinke des betriebsfähigen Drahtes 2^a. In die Vorschalteklinken der gestörten Drähte sind je nach der Art der Störung besondere, lose Stöpsel mit rotem oder schwarzem Griffe einzusetzen und zwar ist hierbei folgendes zu beachten: Ist ein Leitungsdraht durch Erdschluss oder durch Berührung mit anderen Drähten gestört, so wird er durch einen roten Stöpsel in der Vorschalteklinke isoliert. Wenn die Störung dagegen in einer Unterbrechung besteht, so ist der Draht in der Vorschalteklinke durch einen schwarzen Stöpsel an Erde zu legen.

I. Durchsprechstellung: Wie unter A I, d. h. Stöpsel VS^1 steckt in Klinke Kf^2 (oder VS^2 in Kf^1); Klappe FK^1 (oder FK^2) liegt im Nebenschlusse zu den verbundenen beiden Leitungsdrähten.

II. Endstellung: Wie unter A II, d. h. Stöpsel VS^1 (VS^2) in Ruhestellung. Die Klappen FK^1 und FK^2 sind an die betriebsfähigen Leitungsdrähte angeschlossen.

Klappe FK^1 fällt ab: Abfragen, wie gewöhnlich, durch Einsetzen des Abfragestöpsels in die Fernklinke Kf^1.

a) Es werde Verbindung mit einem Teilnehmer verlangt. Verfahren wie unter A II a, also nach dem Herbeirufen des verlangten Teilnehmers: Einsetzen des Verbindungsstöpsels VS^1 in die betreffende Teilnehmerklinke. Der Einschaltung des Übertragers bedarf es auch dann nicht, wenn die verlangte Teilnehmerstelle in einer Doppelleitung liegt.

b) Es werde Verbindung mit der auf einem anderen Schranke liegenden, vollständig betriebsfähigen Doppel-Fernleitung *L6 a/b* verlangt: Nachdem das Freisein dieser Leitung durch mündliche Rückfrage festgestellt ist, Einschaltung des Übertragers durch Umlegen des Hebelumschalters H^1 der Leitung *L1 a/b*, sodann Verbindungsstöpsel VS^1 in eine freie, mit dem anderen Schranke verbundene seitliche Klinke, z. B. Ks^4 (rechts). Weiteres Verfahren wie unter A II a γ. Auf dem Arbeitsplatze der Leitung 1 bleibt die Klappe FK^1 parallel zum Übertrager eingeschaltet.

C. Kontrolieren hergestellter Verbindungen: Zur Prüfung, ob in einer hergestellten Verbindung noch gesprochen wird, ist der Abfragestöpsel bei losgelassenem Hebel *h* des Fernhörers in die Fernklinke Kf^1 (Kf^2) der betreffenden Fernleitung einzuführen.

d) Die Fernleitungsschränke.

In Vermittelungsanstalten, bei denen der Fernverkehr so bedeutend ist, dass er an den Umschaltern für die Teilnehmerleitungen nicht mit erledigt werden kann, werden die Fernleitungen auf besondere Fernschränke geschaltet. Bei kleineren Vermittelungsanstalten sind Fernschränke für zwei

Doppelleitungen in zwei Ausführungen im Gebrauch: der Fernschrank kleiner Form M. 1900 findet im allgemeinen Verwendung in solchen Betriebsstellen, bei denen die Einrichtungen für den Fernverkehr und den Ortsverkehr in einem gemeinschaftlichen Dienstraume untergebracht sind; der Fernschrank grosser Form M. 1900 dagegen insbesondere da, wo zur Abwickelung des Fernverkehrs besondere Fernzimmer eingerichtet sind. An den Fernschränken können die auf sie geschalteten beiden Doppelleitungen sowohl untereinander als auch mit ein- oder zweidrähtigen Anschlussleitungen verbunden werden.

1. Der Fernschrank kleiner Form M. 1900.

Der Schrank wird entweder auf einem Tische aufgestellt, oder er wird an einer Zimmerwand befestigt. In einer Dienststelle können mehrere Schränke

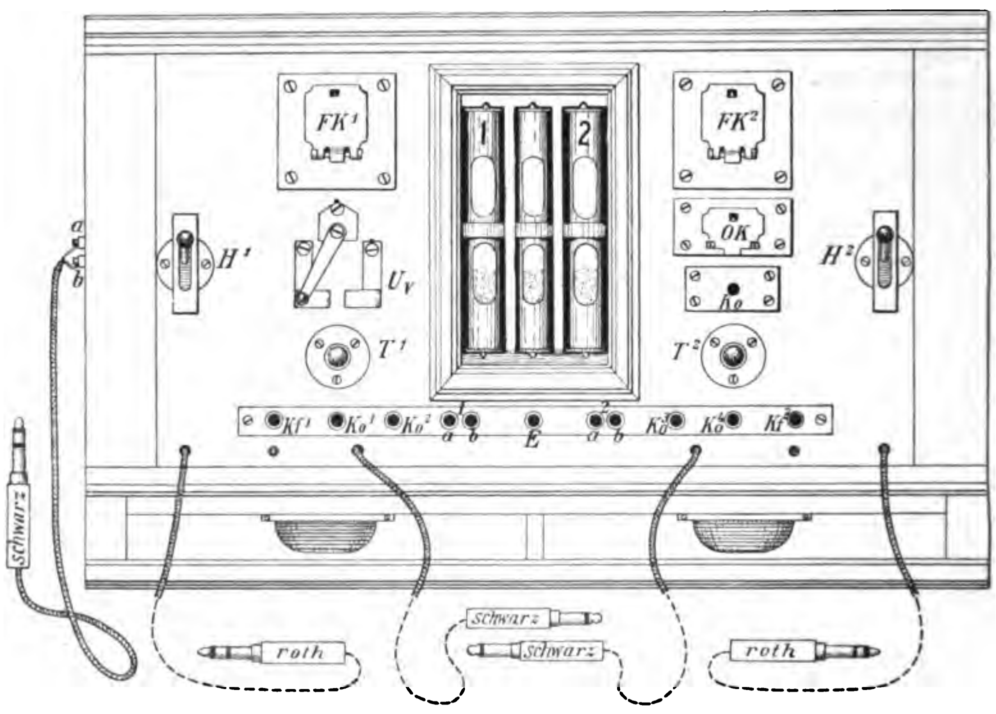


Fig. 328.

so nahe untereinander oder nebeneinander angebracht werden, dass auch Verbindungen zwischen Fernleitungen ausgeführt werden können, die auf verschiedenen Schränken liegen. Fig. 328 giebt eine Ansicht des Schrankes, aus der die Anordnung der Klappen, Klinken, Stöpsel u. s. w. zu ersehen ist. Zum Abfragen dient ein neben dem Schranke anzubringendes Abfragegehäuse M. 1900.

Die Drähte jeder Fernleitung (Fig. 329) führen wie in dem Klappenschrank für 50 Doppelleitungen M. 1900 über Klemmen $L1\,a/b$ $(L2\,a/b)$*)

*) Die in Klammern stehenden Bezeichnungen beziehen sich auf die Fernleitung $L2\,a/b$.

und über die Vorschalteklinken 1^a, 1^b (2^a, 2^b) zu den zweiteiligen Stöpseln S^1 (S^2). Die Vorschalteklinken werden benutzt, wenn in Störungsfällen Einzelleitungsbetrieb stattfinden soll.

Von den Abzweigungspunkten der Adern der Stöpsel S^1 (S^2) aus sind die Drähte jeder Doppelleitung über eine MIX & GENESTsche Doppeltaste T^1 (T^2) zu einem STOCKschen Hebelumschalter H^1 (H^2) geführt, durch den der Induktionsübertrager Ue^1 (Ue^2) ein- und ausgeschaltet werden kann. Der

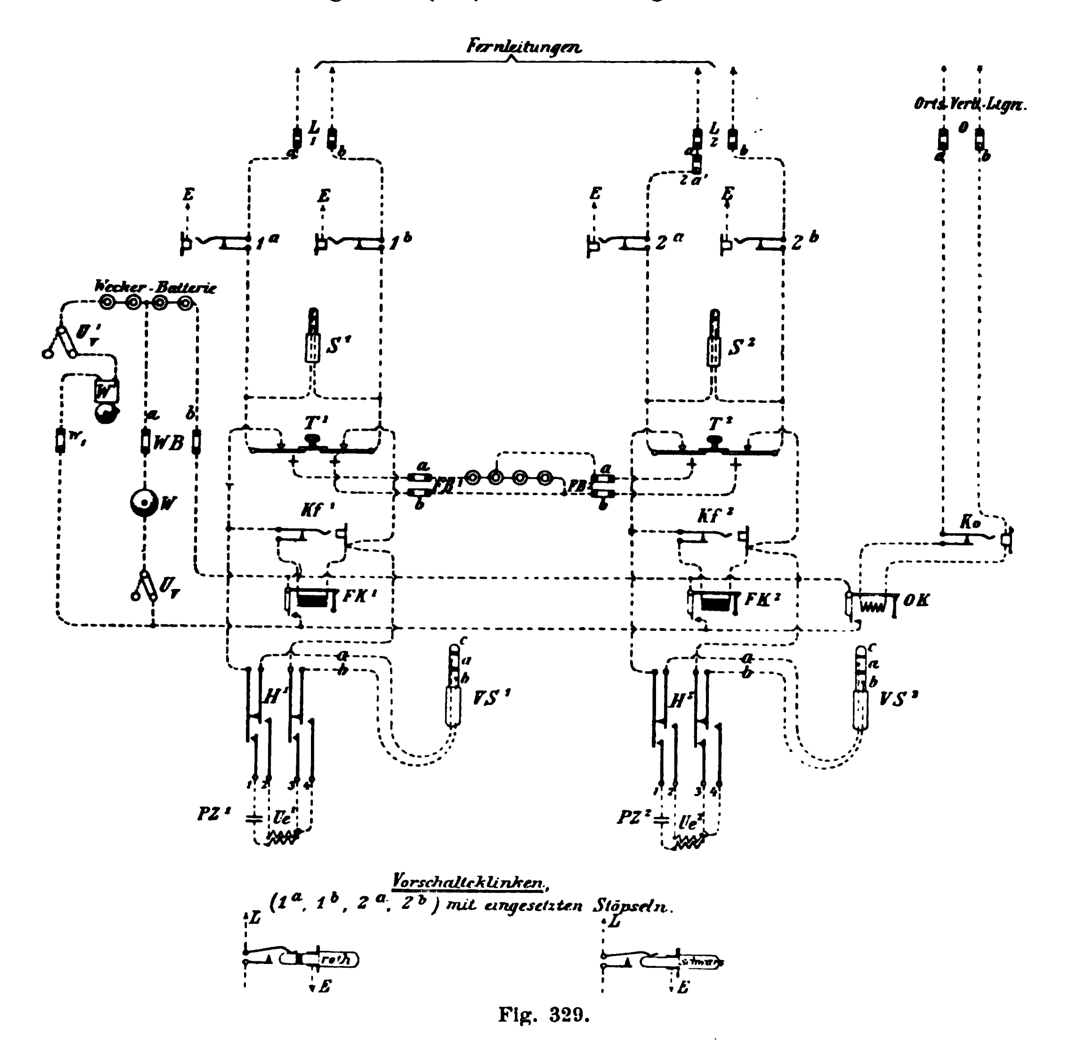


Fig. 329.

an den Hebelumschalter mittelst einer zweiadrigen Leitungsschnur angeschlossene Verbindungsstöpsel VS^1 (VS^2) dient zur Verbindung mit anderen Fern- oder Teilnehmerleitungen. Als Anrufklappen im Fernverkehr werden die Fernklappen FK^1 (FK^2) besonderer Bauart benutzt, im Ortsverkehr eine gewöhnliche Klappe OK. Orts- und Fernklappen sind mit Relaiskontakt versehen, durch welche die eingehenden Weckrufe auf einen nebst dem zugehörigen Ausschalter Uv im Schranke selbst untergebrachten Schnarrwecker übertragen werden. Erforderlichenfalls kann mittelst der Klemme w_1 auch ein Nachtwecker W^1 angeschlossen werden.

Fern-klappen.

Fernklappen (Fig. 330). — Sie bestehen aus je einer Elektromagnetrolle mit zwei hintereinander geschalteten Wicklungen aus 0,12 mm starkem, doppelt besponnenem Kupferdrahte von zusammen 3000 Ohm. Zur Vermehrung der Selbstinduktion ist die Elektromagnetrolle mit einem 4 mm starken, in der Längsrichtung mehrfach geschlitzten, topfförmigen Eisenmantel umgeben.

Der scheibenförmige Anker ist mit dem die Klappe haltenden langen Haken *h* zu einem Winkelhebel verbunden; er wird durch das Gewicht des Hakens, welches sich durch Verschieben eines durch eine Druckschraube festzulegenden Laufgewichts regulieren lässt, von dem Magnetpol abgezogen.

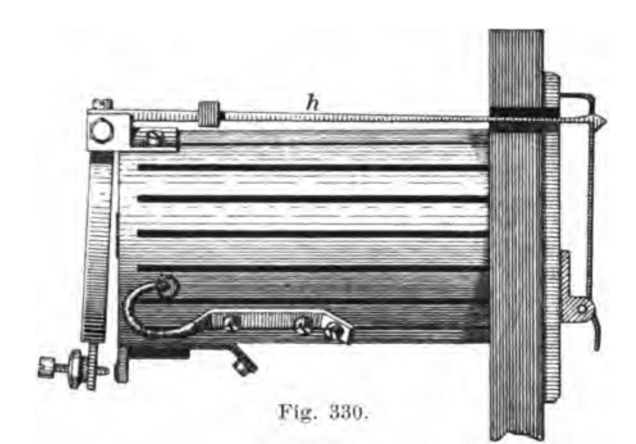


Fig. 330.

Bei etwaigem Kleben des Ankers ist das Laufgewicht nach der Spitze des Ankerhakens zu verschieben; es darf dies jedoch nicht so weit geschehen, dass dadurch das sichere Abfallen der Klappe beim Anrufe beeinträchtigt wird. Die zwischen dem Hebelumschalter und dem Induktionsübertrager eingeschalteten vier Polarisationszellen PZ^1 (PZ^2), welche zwar Wechselströme, aber nicht gleichgerichtete Ströme durchlassen, bewirken, dass die Fernklappen auf das von einem anderen Amte gegebene Schlusszeichen auch dann noch sicher abfallen, wenn der Übertrager durch Umlegen des Hebelumschalters parallel zur Klappe geschaltet ist.

Zur Verbindung mit den Teilnehmerschränken sind fünf Ortsverbindungsleitungen vorgesehen, von denen vier lediglich auf Klinken *Ko* liegende zur Abwickelung der eigentlichen Ferngespräche benutzt werden und eine auf Klinke *Ko* und Klappe *OK* geschaltete nach Erfordernis als Meldeleitung dient.

Normale Schleifenschaltung.

Durchsprech-stellung.

Durchsprechstellung. — Der Stöpsel VS^1 steckt in Klinke Kf^2 oder VS^2 in Klinke Kf^1, der Hebelumschalter H^1 bez. H^2 ist nach oben gerichtet. Die Klappe FK^1 oder FK^2 liegt zur Empfangnahme der Anrufe als Brücke zwischen den Drähten der verbundenen Fernleitungen.

Endstellung.

Endstellung. — Es ist keine Klinke gestöpselt, sämtliche Stöpsel sind in Ruhestellung; die Hebelumschalter sind nach oben gerichtet.

1. Die Fernklappe FK^1 fällt ab: Der Abfragestöpsel *S* wird in die Fernklinke Kf^1 gesteckt, wodurch die Klappe aus- und das Abfragesystem eingeschaltet wird. Das Abfragen erfolgt bei niedergedrücktem Hebel *h* des Fernhörers *F*.

2. Ein mittelst Einzelleitung angeschlossener Teilnehmer wird verlangt. — Der Stöpsel *S* (Fig. 331) wird in eine freie Ortsklinke gesteckt und der verlangte Teilnehmer mit Hülfe des Ortsamtes herbeigerufen. Sodann wird der Stöpsel in die Fernklappenklinke Kf^1 zurückgesetzt und der

Verbindungsstöpsel VS^1 in die Ortsklinke gesteckt. Der Übertrager Ue^1 wird durch Umlegen des Hebelumschalters H^1 nach unten (in der Figur nach rechts) eingeschaltet. Sobald das Gespräch im Gange ist, wird der Abfragestöpsel aus der Fernklinke entfernt und hierdurch die Fernklappe als Schlussklappe eingeschaltet.

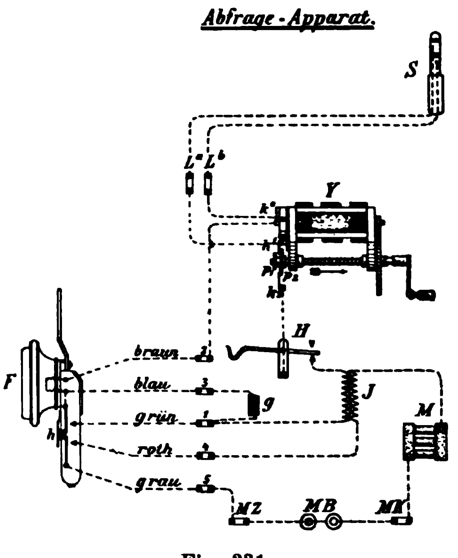


Fig. 331.

3. Ein mittelst Doppelleitung angeschlossener Teilnehmer wird verlangt. — Es wird wie unter 2. verfahren. Der Übertrager wird jedoch nur eingeschaltet, wenn sich bei unmittelbarer Verbindung beider Leitungen etwa infolge mangelhafter Isolation Erdgeräusch bemerkbar macht, oder wenn die betreffende Fernleitung zum Doppelsprechen benutzt wird.

4. Es wird eine Verbindung mit einer auf einem anderen Schranke liegenden Fernleitung verlangt. — Sobald das Freisein der gewünschten Fernleitung festgestellt und deren Anruf erfolgt ist, wird der Verbindungsstöpsel VS^1 der Leitung $L1a/b$ in die Fernklinke dieser Leitung eingesteckt, wodurch deren Fernklappe ausgeschaltet wird. Die Fernklappe FK^1 bleibt dagegen als Brücke zur Empfangnahme des Schlusszeichens eingeschaltet.

5. Es liegt eine Gesprächsanmeldung für die Fernleitung vor. — Der Abfragestöpsel S wird in die betreffende Fernklinke gesteckt und das ferne Amt mittelst der Doppeltaste angerufen. Sonstiges Verfahren wie unter 2. und 3.

Gesprächskontrole. Der Abfragestöpsel S wird in die Fernklinke der betreffenden Leitung gesteckt, der Schalthebel h des Fernhörers dabei aber nicht niedergedrückt. Dem Fernhörer F ist hierbei der Graduator g vorgeschaltet; infolgedessen kann eine merkliche Schwächung des etwa noch nicht beendeten Gesprächs kaum eintreten.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen.

Ist ein Leitungsdraht durch Erdschluss oder durch Berührung mit anderen Leitungen gestört, so wird er durch einen roten Stöpsel in der zugehörigen Vorschalteklinke isoliert. Besteht die Störung in einer Unterbrechung, so ist die betreffende Leitung in der Vorschalteklinke durch einen schwarzen Stöpsel an Erde zu legen. Erforderlichenfalls ist der gestörte Draht mittelst einer gewöhnlichen Leitungsschnur mit rotem Griffe auf einen Wecker zu schalten, damit der mit der Hebung der Störung Beauftragte das Amt jederzeit anrufen kann. Das Verfahren bei Ausführung der Verbindungen bleibt unverändert; der Übertrager wird nur dann eingeschaltet, wenn eine doppeldrähtige Fernleitung mit einer eindrähtigen Fernleitung verbunden werden soll.

2. *Der Fernschrank grosser Form (M. 1900)*, abgeändertes System Mix & Genest.

Die Vorderansicht des Schrankes in seiner jetzigen Form wird durch Fig. 332a, die innere Ansicht, wie sie sich nach Wegnahme der Schrankrückwand darstellt, durch Fig. 332b veranschaulicht.

Schaltung einer Fern-Doppelleitung. — Die Drähte jeder Fernleitung ($L_1\,a/b$)*) $L_2\,a/b$ (Fig. 333) führen über die Klemmen (*1a* und *1b*)

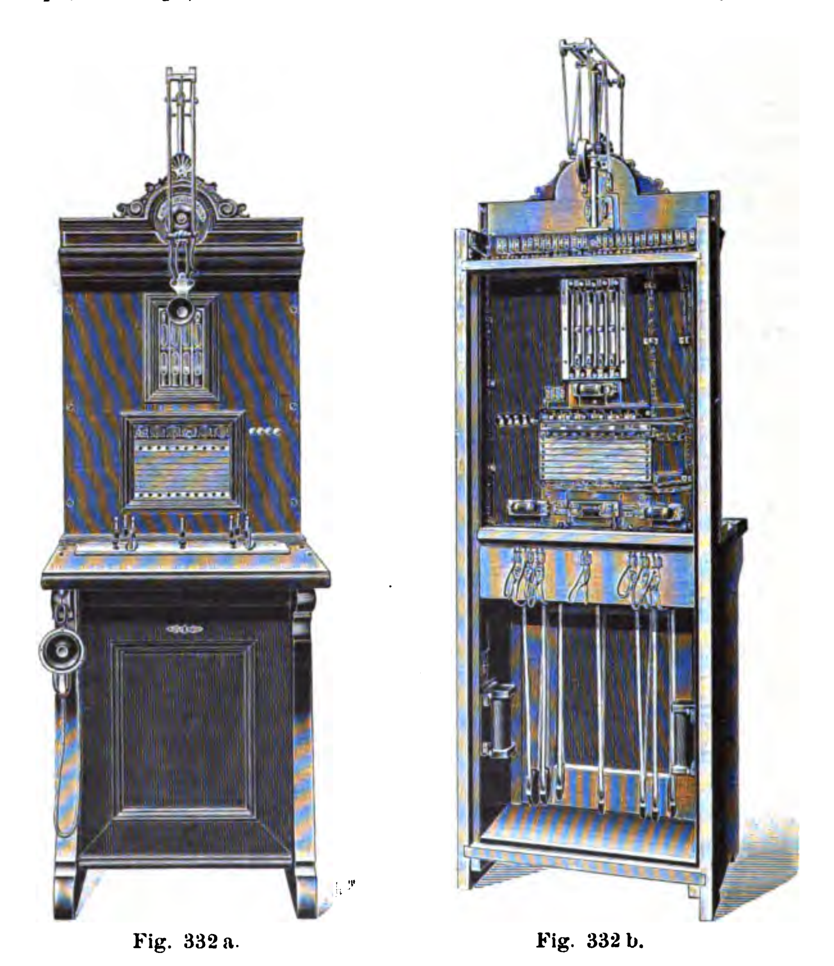


Fig. 332a. Fig. 332b.

2a und *2b*, sowie über die Vorschalteklinken gleicher Bezeichnung zu einem Doppelstöpsel (S_1) S_2, der mit den Vorschalteklinken in Störungsfällen den Betrieb des fehlerfreien Drahtes als Einzelleitung ermöglicht.

Weiter sind die Drähte jeder Fernleitung über eine Doppeltaste (T_1) T_2 (Mix & Genestsche Doppeltaste in Vielfachumschaltern kleiner Schrankform) zu dem die Ein- und Ausschaltung des Induktionsübertragers (Ue_1) Ue_2 be-

*) Die in Klammern stehenden Bezeichnungen beziehen sich auf die auf demselben Schranke liegende Fernleitung $L_1\,a/b$.

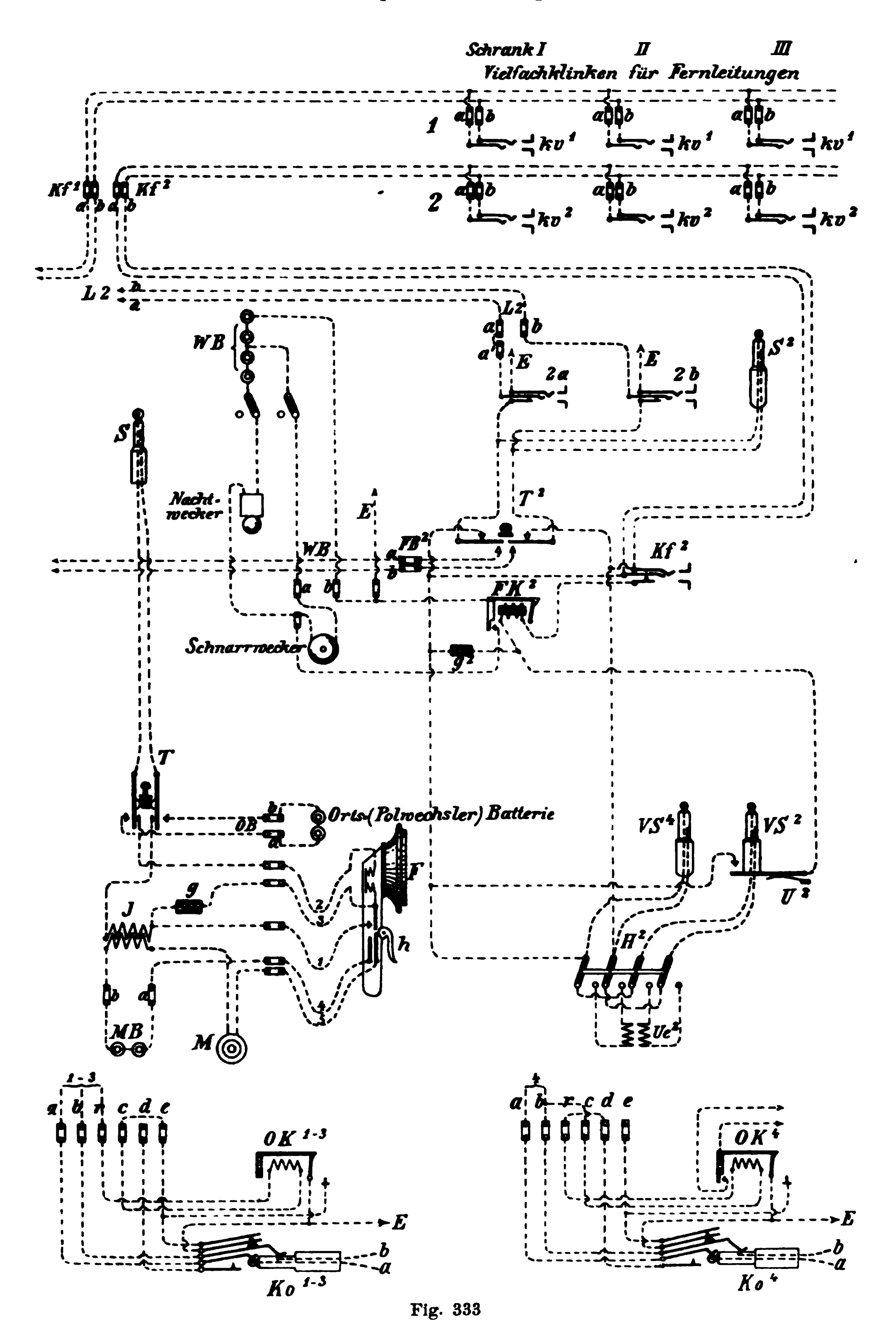

Schrank I
II
III
Vielfachklinken für Fernleitungen
WB
Nacht-wecker
Schnarrwecker
Orts-(Polwechsler) Batterie
MB
OK 1-3
Ko 1-3
OK 4
Ko 4

Fig. 333

wirkenden Hebelumschalters (H_1) H_2 (MIX & GENEST scher oder STOCK scher Hebelumschalter) geführt, an welchen ausserdem mittelst zweiadriger Leitungsschnüre die Stöpsel (VS_1) VS_2 (rot) und (VS_3) VS_4 (schwarz) angeschlossen sind. Zwischen Taste und Hebelumschalter sind ferner die Fernklappe (FK_1) FK_2, der Graduator (g_1) g_2, die Klappenklinke (Kf_1) Kf_2 und der den Graduator selbstthätig ein- und ausschaltende Umschalter (U^1) U^2 angeordnet.

Der schwarze Stöpsel (VS_3) VS_4 dient zur Verbindung zweier eindrähtigen oder zweier doppeldrähtigen Fernleitungen, der rote Stöpsel (VS_1) VS_2 zu allen anderen Verbindungen.

Solange sich der rote Stöpsel (VS_1) VS_2 in der Ruhelage befindet und in der Klappenklinke (Kf_1) Kf_2 kein Stöpsel steckt, sind die Fernklappe und der zugehörige Graduator in die Fernleitung eingeschaltet. Beim Aufnehmen des roten Stöpsels liegt dagegen nur die Fernklappe in der Leitung, weil der selbstthätige Umschalter (U^1) U^2 den Graduator kurz schliesst. Das Ansprechen der Fernklappe auf das Schlusszeichen ist hierdurch sicher gestellt.

Bei Benutzung des schwarzen Stöpsels (VS_3) VS_4 bleiben Fernklappe und Graduator hintereinander eingeschaltet, damit die durchgehenden Sprechströme in dem als Zwischenanstalt eingeschalteten Amte nicht zu sehr geschwächt werden.

Abfragesystem. — Es besteht aus dem Mikrophon M, dem Fernhörer F mit Schalthebel h, der Doppeltaste T und dem mittelst zweiadriger Leitungsschnur angeschlossenen Abfragestöpsel S.

Bei niedergedrücktem Hebel h sind das Mikrophon M und der Hörer F zugleich eingeschaltet, während der Graduator g (500 Ohm) kurz geschlossen ist (Sprechstellung).

Bei losgelassenem Hebel ist der Mikrophonstromkreis geöffnet und dem Hörer F der Graduator g vorgeschaltet (Kontrolstellung). An die Doppeltaste T wird nach Bedarf eine Gleichstrom- oder eine Polwechslerbatterie zum Wecken in Ortsleitungen angeschlosseu.

Verbindung mehrerer Fernschränke. — Zur Verbindung der auf verschiedenen Schränken liegenden Fernleitungen untereinander sind in das Klinkenfeld jedes Schrankes zunächst 10 Vielfachklinken kv^1 bis kv^{10} eingesetzt; Raum ist für 40 Klinken vorgesehen. Die Klinken gleicher Nummer der einzelnen Fernschränke stehen untereinander durch Zimmerleitungsdrähte oder Kabel in Verbindung. Je eine der so gebildeten Klinkenreihen wird an die einzelnen Fernleitungen angeschlossen; der Anschluss erfolgt an zwei Klemmen auf der Deckplatte des Schrankes, welche mit den Klappenklinken (Kf_1) Kf_2 in Verbindung stehen. Jede Fernleitung durchläuft also zunächst den Schrank, an dem sie bedient wird, und darauf die übrigen Schränke.

Da die Länge sämtlicher Schnüre so bemessen ist, dass damit auch die Klinken der beiden Nachbarschränke gestöpselt werden können, so kann bei Ämtern mit mehr als 10 Fernleitungen die Einrichtung so getroffen werden, dass die eine Hälfte der Leitungen auf den Schränken 1, 3, 5 etc., die andere Hälfte auf den Schränken 2, 4, 6 etc. durch die Vielfachklinken geführt wird.

Verbindung mit der Vermittelungsanstalt für den Ortsverkehr. — In jedem Fernschranke sind für diesen Zweck vier Verbindungsdoppelleitungen auf die Klinken Ko_1 bis Ko_4 geschaltet. Die zu Ko_4

gehörige Leitung dient nur zum Austausche dienstlicher Meldungen und liegt deshalb an beiden Enden in gewöhnlicher Weise auf Klappe und Klinke. Die übrigen drei Verbindungsleitungen sind zum Heranrufen der mit den Fernleitungen zu verbindenden Teilnehmer und zur Abwicklung der Ferngespräche bestimmt; sie sind daher beim Ortsamte gleichfalls auf Klappe geschaltet, doch so, dass bei Verbindungen eine Schlussklappe im Ortsamte nicht eingeschaltet wird, also die Verbindung jedesmal seitens des Fernschrankbeamten frei gemeldet werden muss. Am Fernschranke selbst sind zwar für die drei Leitungen ebenfalls Klappen vorhanden, diese werden jedoch nur da in Benutzung genommen, wo das Ortsamt mit Vielfachumschaltern ausgerüstet und dem Vielfachsystem ein besonderer Fernverbindungsschrank vorgeschaltet ist. In letzterem Falle bestehen die drei Leitungen aus je drei Drähten *a, b* und *r* und die Klappe wird durch den Anruf in *r* zum Fallen gebracht. Der Rufdraht *r* ist am Fernschranke für gewöhnlich isoliert, während er am Vorschalteschranke durch die Elektromagnetspule einer selbsthebenden Klappe und durch eine Anrufbatterie dauernd Erdverbindung besitzt.

Wird eine der drei Verbindungsleitungen, z. B. No. 1 am Fernschranke gestöpselt, so erhält der zugehörige Rufdraht *r* auch am Fernschrank — und zwar über die beiden obersten Federn der Klinke Ko^1 — Erdschluss. Infolgedessen wird nicht nur die selbsthebende Klappe im Ortsamte, sondern auch die Klappe OK^1 am Fernschranke zum Abfallen gebracht.

Die zuletzt genannte Klappe stellt beim Abfallen einen zweiten Erdschluss der Rufleitung her. Diese Einrichtung ist getroffen, damit der in der Klinke Ko^1 steckende Stöpsel e. F. gegen einen anderen ausgetauscht werden kann, ohne dass hierdurch die Stellung der selbsthebenden Klappe sich ändert. Erst wenn der Stöpsel aus Klinke Ko^1 dauernd entfernt und die Klappe OK^1 aufgerichtet wird, ist die Rufleitung *r* am Fernschranke wieder isoliert, was zur Folge hat, dass die selbsthebende Klappe im Ortsamte die Erledigung der hergestellten Verbindung anzeigt. Reichen drei Verbindungsleitungen zwischen dem Fernschrank und den Vorschalteschränken nicht aus, so kann eine vierte Verbindung dadurch geschaffen werden, dass die Klappe OK^4 in gleicher Weise geschaltet wird, wie die Klappen OK^{1-3}; hierzu ist nur nötig, die Verbindung der Klemme *b* mit der Klemme *c* und der Klemme *r* mit der Klemme *d* loszunehmen und statt dessen, wie bei Klappe OK^{1-3} gezeichnet, eine Verbindung zwischen Klemme *c* und *e* herzustellen.

Bei dieser Verwendungsweise der Klappe 4 sind die Anmeldungen auf Ferngespräche vom Ortsamte nach dem Fernamt entweder durch Boten oder auf besonderen Meldeleitungen zu befördern.

Die Fernklappen und ebenso die Ortsklappe 4 sind mit Relaiskontakten versehen, durch welche die eingehenden Weckrufe auf den in den Schrank eingebauten Schnarrwecker oder auf einen in einem anderen Raume unterzubringenden Nachtwecker übertragen werden können. Soll die Ortsklappe OK^4, wie oben angegeben, für eine vierte Verbindung mit dem Vorschalteschranke des Ortsamts nutzbar gemacht werden, so ist der an ihrem Relaiskontakte liegende Verbindungsdraht nach der Weckerklemme loszunehmen, damit nicht etwa die in den Fernleitungen ankommenden Rufzeichen durch gleichzeitiges Abfallen der Ortsklappe gestört werden.

Normale Schleifenschaltung (Fig. 333).

Durchsprechstellung zweier Fernleitungen desselben Schrankes. — Der schwarze Stöpsel VS_4 wird in die Klinke Kf_1 der ersten Doppelleitung gesteckt; dabei berührt der Stöpsel mit der Spitze die zweite Klinkenfeder, mit dem Schafte die obere Feder und hebt diese vom Auflager ab. Die Fernklappe der zweiten Doppelleitung liegt dann mit dem zugehörigen Graduator zur Empfangnahme der Anrufe als Brücke zwischen den Drähten der verbundenen Fernleitungen.

Endstellung. — Es ist keine Klinke gestöpselt; sämtliche Stöpsel sind in Ruhestellung.

1. Die Fernklappe FK_2 fällt ab: Der Abfragestöpsel S wird in die Klappenklinke Kf_2 eingesetzt, dadurch die Klappe ausgeschaltet und das Abfragesystem eingeschaltet. Das Abfragen erfolgt bei niedergedrücktem Hebel des Fernhörers F.

2. Ein mittelst Einzelleitung angeschlossener Teilnehmer wird verlangt. — Der Abfragestöpsel S wird in eine freie Ortsklinke gesteckt und der verlangte Teilnehmer mit Hülfe des Ortsamts angerufen. Sodann wird der Stöpsel S in die Fernklappenklinke zurückgesetzt, der rote Verbindungsstöpsel VS_2 in die benutzte Ortsklinke gesteckt und der Übertrager durch Umlegen des Hebelumschalters H_2 nach vorn (in der Figur nach rechts) eingeschaltet. Sobald das Gespräch im Gange ist, wird der Abfragestöpsel aus der Klappenklinke herausgezogen und die Fernklappe dadurch als Schlussklappe eingeschaltet. Der Graduator g^2 ist über U^2 kurz geschlossen.

3. Ein mittelst Doppelleitung angeschlossener Teilnehmer wird verlangt. — Es wird wie unter 2. verfahren. Der Hebelumschalter wird jedoch nur dann zur Einschaltung des Übertragers nach vorn umgelegt, wenn sich bei unmittelbarer Verbindung beider Leitungen Erdgeräusch bemerkbar macht, oder wenn die betreffende Fernleitung zum Doppelsprechen benutzt wird.

4. Es wird eine Verbindung mit der Fernleitung eines anderen Schrankes verlangt. — Durch mündliche Rückfrage ist festzustellen, ob die verlangte Leitung, z. B. L 5 a/b (3. Schrank) nicht anderweit besetzt ist. Ist die Leitung frei, so wird auf dem Arbeitsplatze der Leitung L 2 a/b der schwarze Stöpsel VS_4 in die Vielfachklinke kv_5 der verlangten Leitung und der Abfragestöpsel in die Klappenklinke Kf_2 gesteckt. Die Beamten beider Schränke können sich nunmehr über die auszuführende Verbindung mittelst der Abfrageapparate verständigen. Nachdem der Beamte des 3. Schrankes das verlangte Amt gerufen hat, schaltet er den Abfrageapparat und die Fernklappe seines Platzes dadurch aus, dass er den Verbindungsstöpsel VS_5 oder VS_{10} an Stelle des Abfragestöpsels in die Klappenklinke einsetzt. Auf dem Arbeitsplatze der Leitung L 2 a/b ist nur der Abfragestöpsel aus der Klappenklinke zu nehmen; Fernklappe und Graduator bleiben dann zur Empfangnahme des Schlusszeichens eingeschaltet. Nach dem Eingange des letzteren ist die Leitung L 5 a/b frei zu melden.

Wenn eine der zu verbindenden Fernleitungen zum Doppelsprechen benutzt wird, so ist der Induktionsübertrager wie unter 2. einzuschalten.

Gesprächskontrole. — Der Abfragestöpsel S ist bei losgelassenem Hebel h des Fernhörers F in die Klappenklinke (Kf_1) Kf_2 der Fernleitung einzuführen. Da hierbei dem Fernhörer der Graduator g vorgeschaltet ist, kann eine merkliche Schwächung des etwa noch im Gange befindlichen Gesprächs nicht eintreten.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen.

In die Vorschalteklinken der gestörten Drähte sind je nach der Art der Störungen gewöhnliche lose Stöpsel mit rotem oder schwarzem Griffe einzusetzen. Ist der Leitungsdraht durch Erdschluss oder durch Berührung mit anderen Leitungen gestört, so wird er durch einen roten Stöpsel isoliert; besteht die Störung dagegen in einer Unterbrechung, so ist der Draht in der Vorschalteklinke durch einen schwarzen Stöpsel an Erde zu legen.

Nach Erfordernis ist der gestörte Draht mittelst einer gewöhnlichen Leitungsschnur mit rotem Stöpsel auf einen Wecker zu schalten, damit der mit der Hebung der Störung Beauftragte das Amt in der gestörten Leitung jederzeit anrufen kann. Voraussetzung ist hierbei jedoch, dass die gestörte Leitung nicht mit dem zu benutzenden Drahte in Berührung ist.

Die Vorschalteklinke des betriebsfähigen Drahtes ist mit einem Stöpsel (S_1) S_2 zu stöpseln.

Das Verfahren bei Ausführung der Verbindungen bleibt unverändert, jedoch wird der Übertrager nur dann eingeschaltet, wenn die eindrähtige Fernleitung mit einer zweidrähtigen Fernleitung zu verbinden ist.

e) Die Doppelsprechschaltung.

Die Einrichtung zum Doppelsprechen auf Fernsprech-Verbindungsleitungen kann für den Verkehr zwischen Vermittelungsanstalten angewendet werden, die mindestens durch zwei, möglichst durchweg an der nämlichen Stangenreihe angebrachte betriebsfähige Doppelleitungen verbunden sind; sie beruht auf der Zusammenschaltung beider Doppelleitungen zu einer dritten.

Schaltung und Hülfsapparate (Fig. 334). — In die beiden Doppelleitungen I und II werden parallel zu den vier Abfragesystemen S ebensoviele Abzweigungsrollen R mit doppelten, an den Klemmen A_1 E_1 und A_2 E_2 liegenden Drahtwicklungen in der Weise eingeschaltet, dass die Klemme A_1 mit dem einen Drahte und die Klemme A_2 mit dem anderen Drahte der Doppelleitung I oder II Verbindung erhalten.

Ausserdem sind auf jedem Amte die Klemmen E_1 E_2 beider Abzweigungsrollen durch eine übergeschraubte Messingschiene zu vereinigen und es ist zwischen beide Klemmenpaare ein dritter Apparatsatz einzuschalten. Auf diese Weise entsteht eine neue, dritte Doppelleitung, von welcher die beiden Drähte der Doppelleitung I zusammen die Hinleitung und die beiden Drähte der Doppelleitung II die Rückleitung bilden.

Abzweigungsrollen.

Wirkung und Bauart der Abzweigungsrollen (Fig. 335). — Die Abzweigungsrolle besteht aus einem Eisenkerne mit 4 Spulen — je zwei über und neben einander —, welche gleiche Windungszahl haben und über Kreuz miteinander verbunden sind.

Die von den Apparatsätzen I und II entsendeten Sprech- und Weckströme durchlaufen zum Teil die beiden Drähte a und b der zugehörigen

Doppelleitung, zum Teil die beiden Wicklungen der an jedem Leitungsende befindlichen Abzweigungsrolle nacheinander. Da die Rollen dabei wie Drosselspulen oder Graduatoren wirken, so lassen sie nur schwache Zweigströme durch und verhüten eine störende Schwächung der wirksamen Sprechströme.

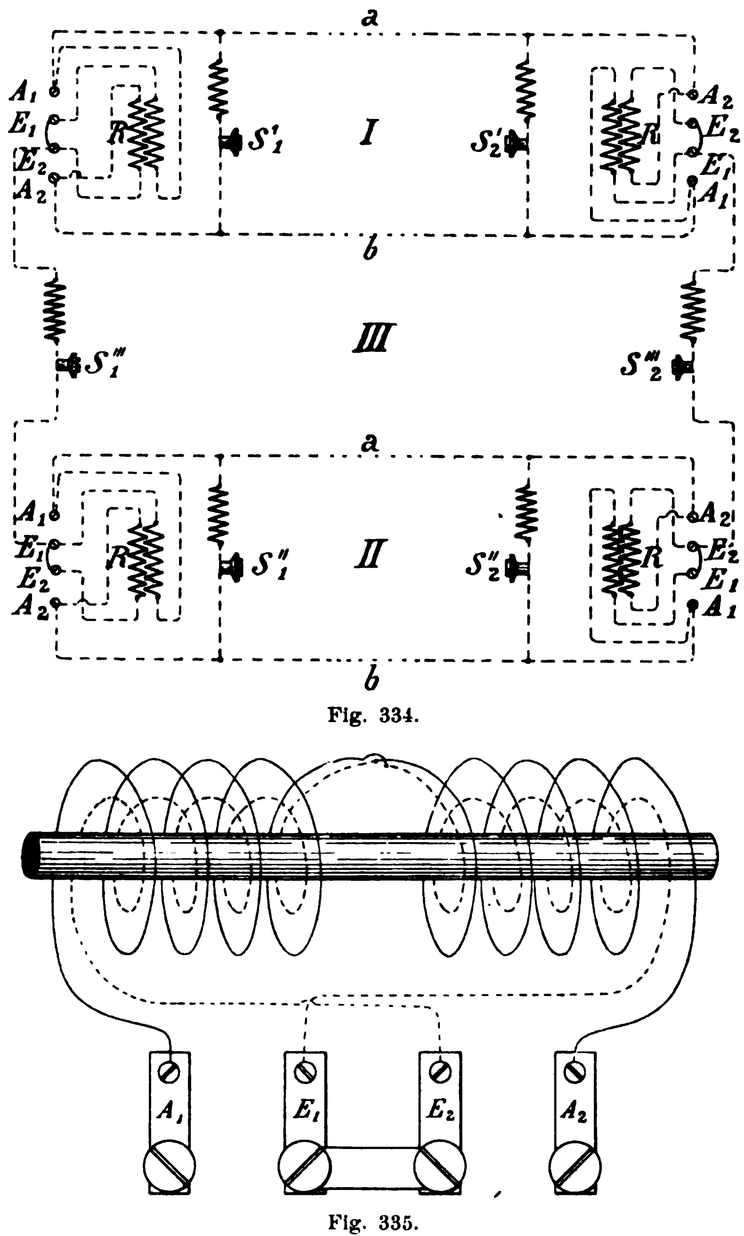


Fig. 334.

Fig. 335.

Die von den Apparaten III ausgehenden Ströme durchfliessen die beiden Drähte der einen Doppelleitung gleichgerichtet als Hinleitung und die der anderen Doppelleitung ebenso als Rückleitung, ohne sich durch die Sprechapparate dieser Doppelleitungen zu verzweigen. Sie durchlaufen die beiden Wicklungen jeder Abzweigungsrolle gleichzeitig derart, dass die eine Strom-

hälfte die erste Wicklung, die andere Stromhälfte die zweite Wicklung, aber in entgegengesetzter Richtung durchfliesst. Hierbei heben sich die induzierenden Wirkungen beider Stromhälften in jeder Rolle vollständig auf, und es wird also eine Schwächung der Sprechströme verhindert.

Betriebsweise. — Die Teilnehmerleitungen werden in gewöhnlicher Weise mittelst der Induktionsübertrager in den Apparatsätzen I, II und III an die beiden Doppelleitungen I und II, sowie an den Stromkreis III angeschlossen.

Bei Verbindungen mit anderen Fern-Doppelleitungen unter Beibehaltung der Doppelsprechschaltung ist Folgendes zu beachten. Die kombinierte

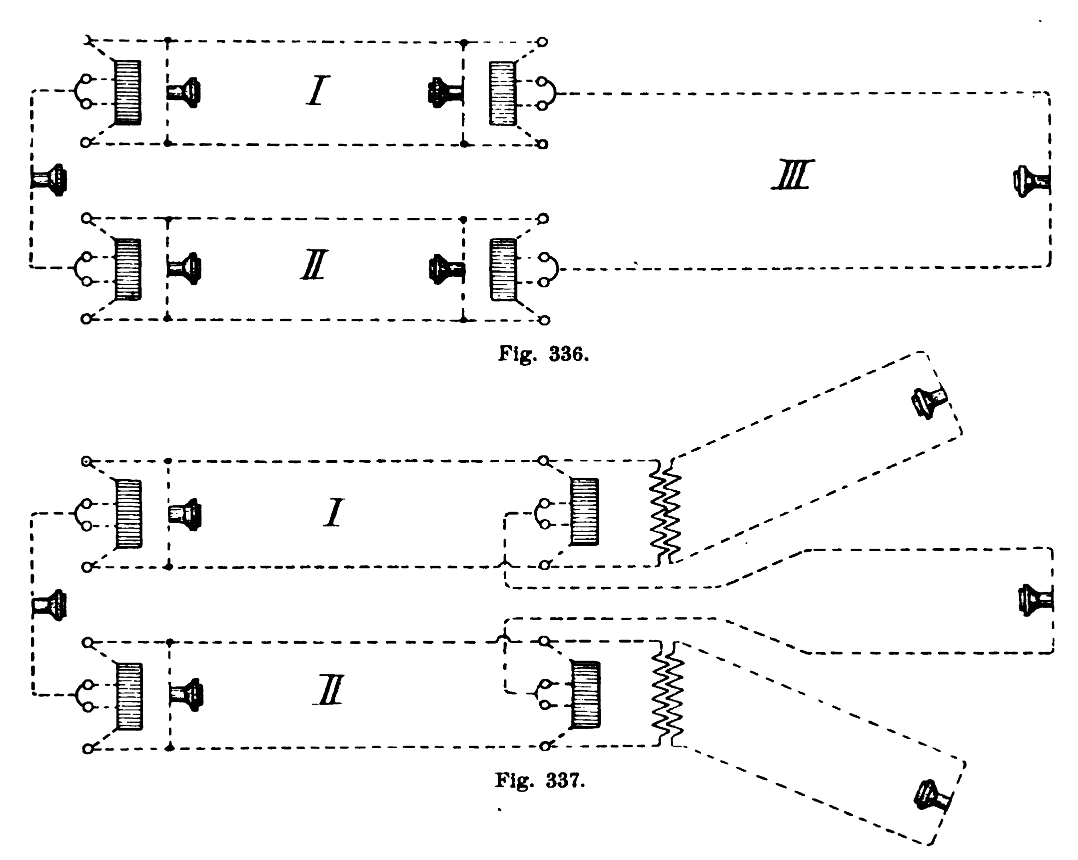


Fig. 336.

Fig. 337.

Doppelleitung III kann in gewöhnlicher Weise (Fig. 336 u. 337) mit anderen Doppelleitungen verbunden werden. Ebenso wird die gleichzeitige Verbindung der Doppelleitungen I und II mit zwei annähernd gleich langen, möglichst an gemeinschaftlichem Gestänge verlaufenden Doppelleitungen ohne Schwierigkeit angängig sein (Fig. 338). Verlängerungen der einen Doppelleitung I oder II allein oder beider Doppelleitungen I und II nach verschiedenen Richtungen werden im allgemeinen nur auf nicht erhebliche Entfernungen stattfinden können. Auf grössere Entfernung hat die Verbindung nicht unmittelbar, sondern unter Zwischenschaltung eines Induktionsübertragers zu erfolgen (Fig. 337 u. 339). Ist auch hierbei eine gute Sprechverständigung nicht zu erzielen, so muss die Doppelsprechschaltung für die Dauer einer solchen Verbindung aufgehoben werden.

Betrieb bei Störungen. — Im kombinierten Sprechstromkreise III lässt sich der Betrieb in der Regel auch dann aufrecht erhalten, wenn sich die beiden Drähte einer Doppelleitung miteinander verschlungen haben. Es ist dabei ohne Belang, ob dieser Fehler nur in einer Doppelleitung oder in beiden auftritt.

Ebenso kann beim Vorkommen von Drahtbrüchen oder von bedeutenden Nebenschliessungen in einem Drahte der Doppelleitung häufig die Doppelsprechschaltung in der Weise beibehalten werden, dass an Stelle der fehlerhaften Doppelleitung nur der betriebsfähig gebliebene Draht, der dann natürlich nicht an Erde gelegt und nicht noch ausserdem für sich betrieben werden darf, unter Ausschluss der zugehörigen Abzweigungsrollen eingeschaltet wird.

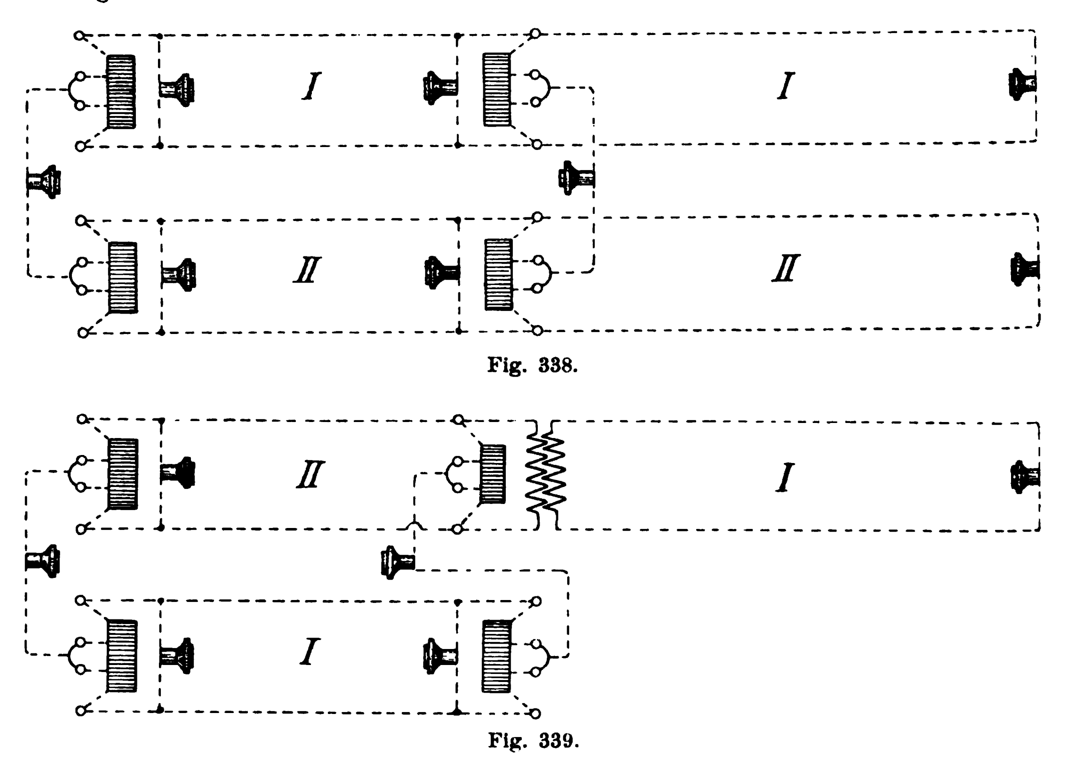


Fig. 338.

Fig. 339.

Einrichtung von Zwischenstellen in den zum Doppelsprechen benutzten Fernleitungen.

Einrichtung von Zwischenstellen in den zum Doppelsprechen benutzten Fernleitungen (Fig. 340). — Zu dem gewöhnlichen Apparatsatze für Zwischenstellen ist sowohl für den Ostzweig wie auch für den Westzweig jeder Doppelleitung eine Abzweigungsrolle hinzuzufügen. Die Klemme A_1 jeder Rolle wird mit dem einen Drahte und die Klemme A_2 mit dem anderen Drahte des zugehörigen Leitungszweigs verbunden. Der bei Endstellen durch eine Metallschiene gebildete Stromweg zwischen den Klemmen E_1 und E_2 der Abzweigungsrollen fällt fort. Dafür ist durch zwei voneinander isolierte Drähte die Klemme E_1 der Rolle im Ostzweige mit E_2 der Rolle im Westzweige, sowie E_2 der Rolle im Ostzweige mit E_1 der Rolle im Westzweige zu verbinden. Es sind alsdann die Windungen A_1 E_1 der einen und A_2 E_2 der anderen Abzweigungsrolle hintereinander zwischen den Ostzweig und den Westzweig des einen Drahtes und

die anderen Hälften der beiden Rollen ebenso zwischen den Ostzweig und den Westzweig des anderen Drahtes geschaltet.

Zum Übergange von der Durchsprechstellung zur Trennstellung dient ein dreifacher, bei Verwendung von Fernschränken grosser Form ein vierfacher Umschalter *V* mit gekuppelten Kurbeln. Bei Durchsprechstellung werden über diesen Umschalter *H* die zu je einem Drahte der Doppelleitung gehörigen Windungen der Abzweigungsrollen kurz geschlossen. Das eine

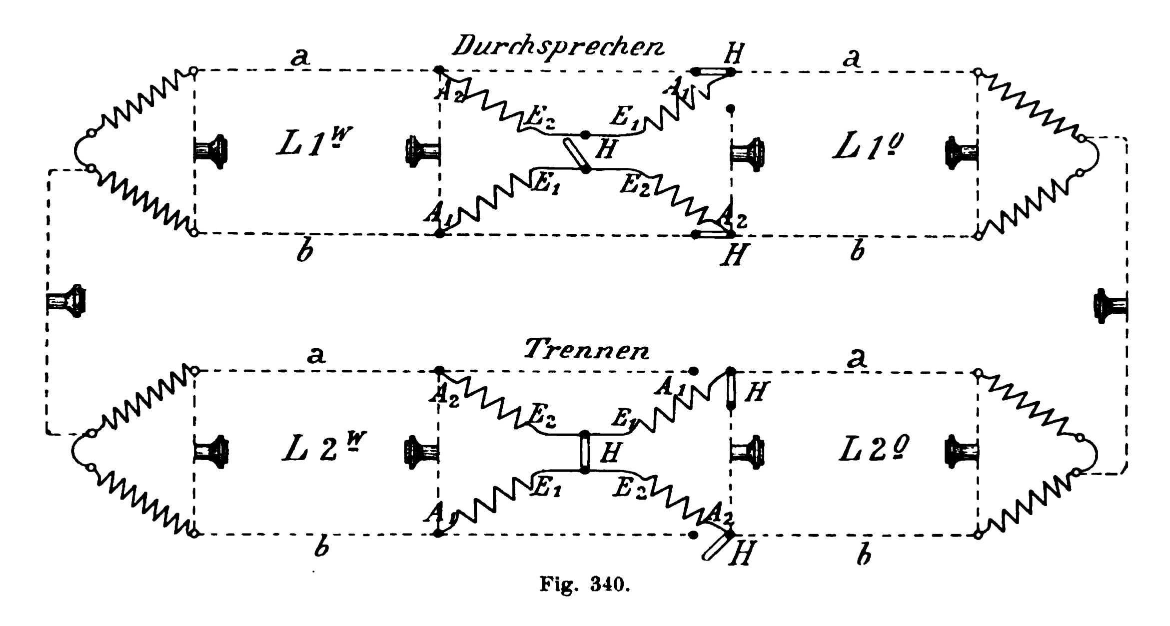


Fig. 340.

Apparatsystem der Zwischenstelle ist an einem Umschalterkontakte von der Leitung getrennt; das andere System liegt als Brücke in der zum Durchsprechen freigegebenen Doppelleitung.

Durch Umlegen der Umschalterkurbeln auf Trennstellung werden die Kurzschliessungen der Rollen aufgehoben, die vier Klemmen E_1/E_2 und E_2/E_1 der Abzweigungsrollen miteinander verbunden und auch das zweite Abfragesystem als Brücke in den östlichen Zweig der Doppelleitung eingeschaltet. Der Zusammenhang zwischen dem östlichen und westlichen Zweige der Doppelleitung bleibt im Umschalter bestehen, sodass trotz der Trennstellung der Stromweg für die durch Abzweigung aus den Doppelleitungen I und II gebildete Doppelsprechverbindung nicht unterbrochen ist.

B. Grössere Vermittelungsämter.

Bei den gewöhnlichen Verbindungsschränken für Teilnehmerleitungen sind an einem Arbeitsplatze nur eine beschränkte Anzahl Leitungen zugänglich; jene können daher für die Ausrüstung grösserer Vermittelungsämter nicht in Frage kommen. Bei diesen ist es vielmehr Erfordernis, dass von jedem Arbeitsplatz aus Verbindungen mit sämtlichen Teilnehmern ohne Hülfe eines zweiten Beamten ausgeführt werden können. Verbindungsschränke, die solches ermöglichen, werden Vielfachumschalter genannt. Bei den Viel-

Allgemeines.

fachumschaltern ist jede Teilnehmerleitung an sämtlichen Arbeitsplätzen entlang und in jeder Umschaltetafel an eine Klinke geführt. Zum Unterschiede von den gewöhnlichen Klappenschränken hat also eine Vielfachumschaltetafel nicht nur für jede ihrer Anrufklappen eine Klinke, sondern es ist in der Tafel auch für jede andere Anschlussleitung des Amtes eine Klinke vorhanden. Die Klinken derjenigen Leitungen, welche nur durch die Umschaltetafel hindurch geführt sind, heissen Verbindungsklinken, die Klinken derjenigen Leitungen, welche in der Tafel auf Klappen liegen und zur Entgegennahme der Gesprächsanmeldungen dienen, dagegen Abfrageklinken.

Vielfachumschalter.

Die Vielfachumschalter sind entweder nach dem Einschnur- oder nach dem Zweischnursystem gebaut. Bei letzterem dienen zur Ausführung von Verbindungen je zwei Stöpsel, zwischen deren Schnüre entweder das Abfragesystem oder eine Schlussklappe geschaltet werden kann.

Wenn eine Anrufklappe fällt, so verständigt sich der Beamte mit dem Teilnehmer, indem er in die Abfrageklinke mittelst des einen Stöpsels eines Schnurpaars das Abfragesystem einschaltet; darauf stellt er die gewünschte Verbindung durch Einsetzen des zweiten Stöpsels in die Verbindungsklinke der gewünschten Leitung her und schaltet statt des Abfrageapparats die Schlussklappe ein. Beim Einschnursystem endigt jede Teilnehmerleitung in einer Stöpselschnur, mittelst deren die gewünschte Verbindung unmittelbar ausgeführt wird. Die Herstellung einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmerleitungen am Vielfachumschalter ist demnach recht einfach. Nur ist eine besondere Einrichtung erforderlich, mit deren Hülfe man an jedem Arbeitsplatz auf einfache Weise jederzeit feststellen kann, ob die verlangte Leitung bereits an einem anderen Arbeitsplatze besetzt oder ob sie noch frei ist.

Zu diesem Zwecke enthalten die Vielfachumschalter ein zweites System von Leitungsdrähten, die Prüfdrähte. Je ein Prüfdraht verbindet die Metallkörper der Hülsen aller zu einer Leitung gehörenden Klinken gleicher Nummer; er ist isoliert, solange in diesen Klinken kein Stöpsel steckt. Berührt man mit einem Stöpsel der Abfrageeinrichtung eine Klinkenhülse, so wird die Prüfleitung des betreffenden Anschlusses auf das Abfragesystem geschaltet. Dabei nimmt der Beamte im Fernhörer kein Geräusch wahr, wenn die zu prüfende Anschlussleitung frei ist, d. h. wenn in keiner ihrer Klinken ein Stöpsel steckt. Ist jedoch eine Klinke gestöpselt, die Anschlussleitung also anderweit besetzt, so ist bei den neueren Systemen die Einrichtung so getroffen, dass der Strom eines Elements — des Prüf- oder Kontrolelements — seinen Weg über die gestöpselte Klinkenhülse durch die Prüfleitung zum Fernhörer des Abfragesystems nimmt und in diesem ein knackendes Geräusch verursacht. Dieses Geräusch giebt also dem Beamten von dem Bestehen einer anderweitigen Verbindung mit der verlangten Teilnehmerleitung Kenntnis. An Stelle der Anruf- und Schlusszeichenklappen werden jetzt vielfach auch Glühlämpchen verwendet. Bei dem Vielfachsystem der Firma Siemens & Halske wird der Anruf durch das Hervorspringen eines Stiftes und durch das Aufleuchten einer Glühlampe bemerkbar gemacht.

Einteilung.

Einteilung. — Hinsichtlich der Form unterscheidet man schrankförmige und tischförmige Vielfachumschalter. Bei der Schrankform ist die Klinkentafel senkrecht, bei der Tischform wagerecht angeordnet. Bezüglich der für jeden Arbeitsplatz vorhandenen Abfrage- und Verbindungseinrichtung

unterscheidet man, wie bereits erwähnt, Vielfachumschalter nach dem Einschnur- und nach dem Zweischnursystem.

Das Einschnursystem. — Bei dem Einschnursystem bildet der Stöpsel der Leitungsschnur, welche zur Herstellung der Verbindungen benutzt wird, das Ende der Einzel- oder Doppelleitung. Das Abfragen geschieht lediglich durch Einschaltung des Abfragesystems mittelst eines Hebelumschalters; Abfrageklinken und Abfragestöpsel sind nicht erforderlich. Zur Herstellung der Verbindungen genügt eine Leitungsschnur mit nur einem Stöpsel; es muss jedoch für jeden Anschluss eine solche vorhanden sein. Die Benutzung einer Schnur für mehrere Anschlüsse ist nicht angängig.

Einschnursystem.

Das Zweischnursystem. — Bei diesem sind die Leitungen nicht fest mit einer Stöpselschnur verbunden. Zur Ausführung der Verbindungen sind deshalb Schnurpaare mit zwei Stöpseln erforderlich, die nach Bedarf für jede beliebige Leitung benutzt werden können. Der eine Stöpsel eines Schnurpaars dient als Abfragestöpsel, der andere als Verbindungsstöpsel. Um beim Abfallen der Rufklappen die zugehörigen Leitungen ohne langes Suchen stöpseln zu können, sind an jeder Umschaltetafel für die darin auf Klappe liegenden Leitungen besondere Sätze von Abfrageklinken angebracht. In den Vielfachumschaltern mit Glühlampensignalisierung sind die Abfrageklinken zumeist dicht bei den zugehörigen Anruflampen angeordnet. Bei den Vielfachumschaltern von SIEMENS & HALSKE sind die als Anrufsignale dienenden Springzeichen mit den Abfrageklinken zu besonderen Rufzeichenklinken vereinigt.

Zweischnursystem.

Ein aus der Leitung ankommender Weckstrom durchläuft bei dem Zweischnursystem nacheinander die Verbindungsklinken sämtlicher Umschaltetafeln, hierauf die dicht vor der Klappe liegende Abfrageklinke und sodann die Elektromagnetumwindungen der Klappe. Die Einschaltung des Abfragesystems geschieht durch Einsetzen des Abfragestöpsels in die Abfrageklinke und entsprechende Einstellung eines Hebelumschalters, die Herstellung einer Verbindung durch Einstecken des Verbindungsstöpsels desselben Schnurpaars in die nächste Verbindungsklinke der verlangten Leitung.

Nach dem Einschnursystem sind nur die älteren Vielfachumschalter für Einzelleitungsbetrieb von Teilnehmeranschlüssen eingerichtet; mit Rücksicht auf die jetzt allgemeine Einführung des Doppelleitungsbetriebs kann hier von einer näheren Beschreibung der Umschalter umsomehr abgesehen werden, als die weiter unten beschriebenen Vielfachumschalter für Verbindungsleitungen, welche nach einem vereinfachten Einschnursystem gebaut sind, das Wesentliche des Einschnursystems vollkommen veranschaulichen. Sämtliche neuere Vielfachumschalter sind nach dem Zweischnursystem konstruiert; sie werden entweder in Schrankform oder in Tischform hergestellt. Je nach der Grösse der Vermittelungsanstalten kommen Vielfachumschalter mit einem Fassungsvermögen von 1000, 6000, 12000 und darüber bis sogar 20000 Klinken für Teilnehmerleitungen zur Verwendung.

Die Einrichtung von Ämtern mit über 20000 Teilnehmern würde KELLOG's Vielfachsystem ermöglichen. Bei der Fülle der vorhandenen Vielfachsysteme müssen wir uns auf die in Deutschland gebräuchlichen und einige besonders zweckmässige Konstruktionen des Auslandes beschränken.

Die Einrichtungen für den Fernverkehr werden bei den grossen Vermittelungsanstalten von dem Ortsverkehr getrennt in besonderen Fernämtern

untergebracht. Nur bei Anstalten mässigen Umfanges und mit geringem Fernverkehr werden die Fernleitungen mit an den Vielfachumschaltern der Ortsämter betrieben.

I. Ortsverkehr.

Vermittelungsanstalten bis zu 1000 Teilnehmern werden im deutschen Reichs-Telegraphengebiet allgemein mit schrankförmigen Vielfachumschaltern kleiner Form, System Mix & Genest, ausgerüstet. Grössere Ortsämter erhalten tischförmige oder schrankförmige Umschalter für 6000—12000 Leitungen, System Stock & Cie., oder tischförmige Umschalter für 14000 Leitungen, System Siemens & Halske.

Versuchsweise sind auch Umschalter mit selbsthebenden Anrufklappen zur Aufstellung gekommen, deren Klappen nach dem Abfallen selbstthätig in die Ruhelage zurückkehren, sobald ein Stöpsel in die Abfrageklinke eingesteckt wird. Eine allgemeine Verwendung von Umschaltern mit selbsthebenden Klappen steht jedoch nach den bisherigen Erfahrungen mit diesem System nicht zu erwarten.

In Bayern und Österreich haben die Vielfachumschalter mit Glühlampensignalisierung der Western-Elektric-Co. Aufnahme gefunden. Amerika und England wenden sich jetzt mehr und mehr dem Common Battery System der Western-Electric-Co. zu. Die neue Fernsprechcentrale in Budapest wird ebenfalls mit Umschaltern dieses Systems, deren Aufnahmefähigkeit 20000 Leitungen beträgt, ausgerüstet.

1. Der schrankförmige Vielfachumschalter kleiner Form für Doppelleitungen (System Mix & Genest).

Dieser Vielfachumschalter hat ein Fassungsvermögen von 1000 Klinken für Teilnehmerleitungen; er wird entweder zum Betriebe von Teilnehmerleitungen oder von Verbindungsleitungen (d. h. solchen nach einer anderen Vermittelungsanstalt desselben Ortes oder nach Vor- und Nachbarorten) eingerichtet.

Die Verbindungsklinken sind auf 10 Klinkenfelder zu 100 Stück so verteilt, dass die beiden unteren Klinkenfelder des 1. Schrankes das 1. und 2. Hundert Klinken und die beiden unteren Klinkenfelder des 2. Schrankes das 3. und 4. Hundert Klinken enthalten. Hierauf folgen im 1. Schranke das 5. und 6. Hundert, im 2. Schranke das 7. und 8. Hundert Klinken u. s. w. Die Verbindungsschnüre sind so lang bemessen, dass vom Arbeitsplatze jedes Schrankes die Klinken eines angrenzenden Schrankes mitgestöpselt werden können. Bei dieser Anordnung können daher mit den Schränken Ämter bis zu 2000 Teilnehmerleitungen eingerichtet werden, obwohl der einzelne Schrank nur ein Fassungsvermögen von 1000 Klinken besitzt. Fig. 341 giebt das Schema für die Anordnung in einem Vermittelungsamte mit schrankförmigen Vielfachumschaltern kleiner Form mit einer Klinkenbelegung für 700 Teilnehmerleitungen, also mit 7 Schränken für je 100 Teilnehmerleitungen, sowie 2 Schränken (I und II) für Verbindungsleitungen.

Die Zahlen in den Klinkenfeldern bedeuten: 1 das erste, 2 das zweite u. s. w. Hundert Klinken für Teilnehmerleitungen; die mit Klinken belegten Felder

sind schraffiert. Die Klinken in den Feldern mit eingeklammerten Nummern dienen gleichzeitig als Abfrageklinken; diese liegen also für das 1. Hundert Teilnehmer im 1. Schranke, für das 2. Hundert im 3. Schranke (in der Figur nicht sichtbar), für das 3. Hundert im 2. Schranke u. s. w. Dieser Anordnung entsprechend enthält auch der 1. Schrank das 1. Hundert Teilnehmerklappen, der 2. Schrank das 3. Hundert, der 3. Schrank das 2. Hundert u. s. w.

Die Klinkenstreifen *a*, *b*, *c*, *d* sind für abgehende Verbindungsleitungen bestimmt, das sind solche, die nur für den Verkehr in der Richtung nach dem anderen Amte benutzt werden. An den Schränken I und II liegen die ankommenden Verbindungsleitungen (d. h. die für den Verkehr vom fernen Amte bestimmten) auf Klappen; die zugehörigen Abfrageklinkenstreifen sind mit *e* bezeichnet. Die Ansatzschränke *K* dienen zur Verkleidung der hochgeführten Kabel.

Bei jedem Umschalter befindet sich unterhalb der Klinkentafel das die Stöpsel tragende wagerechte Stöpselbrett; unter diesem sind die Klappen angeordnet, und darunter stehen auf dem wagerechten Schlüsselbrett die Hebelumschalter und Tasten.

Fig. 342 giebt die Einrichtung des Amtes Spandau mit 8 Schränken für Teilnehmerleitungen und 10 Schränken für Verbindungsleitungen.

Fig. 341.

Umschalter für Teilnehmerleitungen.

Der Umschalter für Teilnehmerleitungen (Fig. 343 u. 344). Er enthält: bis zu 1000 Klinken für Teilnehmerleitungen und 40 Klinken für be-

sondere Zwecke, 100 Anrufklappen mit Kontaktvorrichtungen zum Anschliessen eines gemeinschaftlichen Signalapparats, 14 Schlussklappen, 14 Paare dreiteilige Stöpsel mit Schnüren und Rollgewichten, 14 Hebelumschalter, 2 Wecktasten, 1 Doppelklinke zum Einschalten des Fernhörers und Mikrophons, 1 Graduator zur Einschaltung in die Verbindung des Neutralpunktes der Fernhörerumwindungen mit der Erde und 1 Widerstand zur Einschaltung in die Verbindung zwischen Kontrolbatterie und Verbindungsstöpsel.

Klinkenkabel.

Zur Verbindung der Klinken der verschiedenen Schränke dienen 63-aderige Baumwoll-Seidenkabel — Klinkenkabel —, von welchen 21 Doppeladern für die Verbindungen der *a*- und *b*-Drähte der Doppelleitungen und

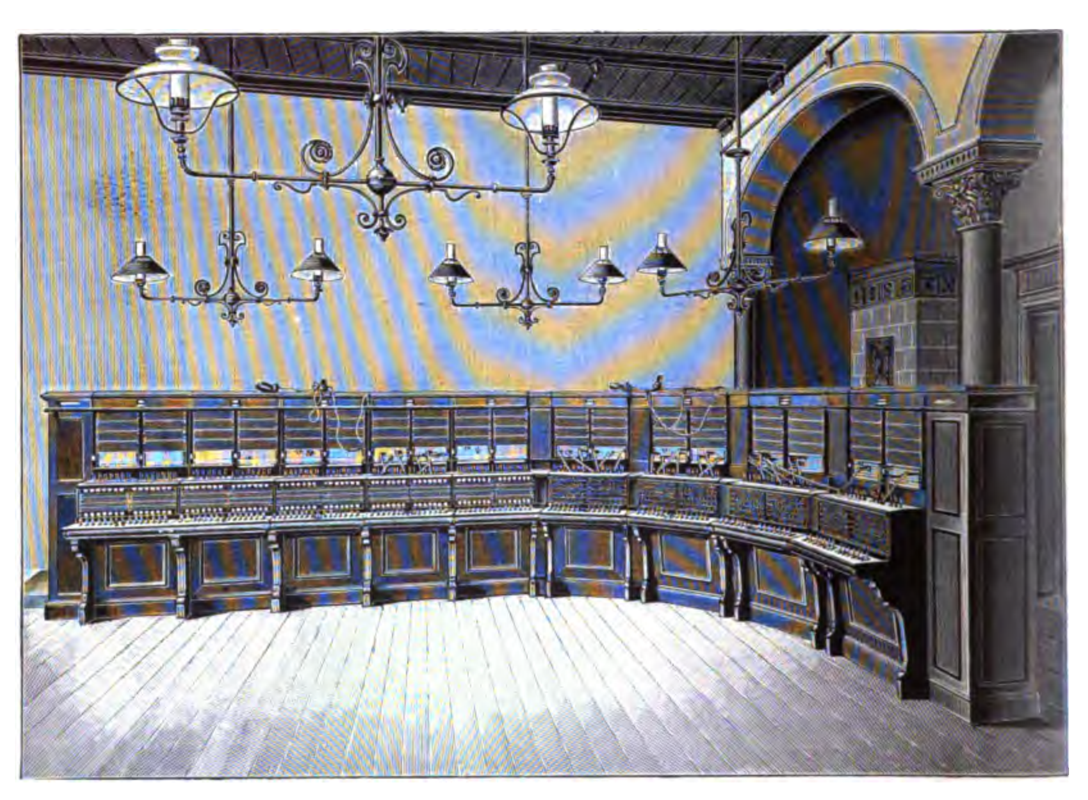


Fig. 342.

21 Einzeladern zur Verbindung der Klinkenhülsen jedes 20 Klinken enthaltenden Klinkenstreifens bestimmt sind. Zur Führung der Doppelleitungen von den Klinken des letzten Schrankes nach den Teilnehmerklappen der einzelnen Schränke dienen 42-aderige Baumwoll-Seidenkabel — **Rückkabel.**

Fig. 343 giebt die Vorderansicht, Fig. 344 die Rückansicht des Schrankes für Teilnehmerleitungen.

Klinke.

Die Klinke (Fig. 345). Sie besteht aus einem Messingkörper *M*, einer blattförmigen Klinkenfederauflage *A* aus Neusilber und einer kürzeren sowie einer längeren neusilbernen Klinkenfeder F_1 bez. F_2, welche je einmal nahe der Befestigung und ein zweites Mal am freien Ende nasenförmig aufgebogen sind. Die Klinkenfederauflage und die beiden Klinkenfedern sind am hinteren, zu einer rechteckigen Platte ausgearbeiteten Teile des Messingkörpers

mittelst einer Vorlegescheibe aus Neusilber und zweier Stahlschrauben befestigt. Zwischen je zwei Metallteile ist ein isolierendes Ebonitblatt eingelegt; wo die Stahlschrauben durch die Federn und die Auflage hindurchgreifen, ist zur Isolierung der Schrauben eine Ebonitbuchse eingesetzt. Durch die Schrauben wird die Vorlegescheibe mit dem Messingkörper leitend verbunden. Die kürzere Klinkenfeder berührt in der Ruhelage mit einem Platinstiftchen ein auf die Auflage aufgelötetes Platinplättchen, von der längeren Klinkenfeder wird sie durch ein in letztere eingelassenes Ebonitknöpfchen ge-



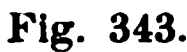


Fig. 343.



Fig. 344.

trennt. Den Klinkenfederenden gegenüber ist die Messingplatte bis auf zwei schmale Randschienen ausgeschnitten; die Fortsetzung dieser Schienen bildet die als Stöpselbahn dienende cylinderförmige Klinkenhülse. Hinter den Befestigungsschrauben sind Klinkenfedern, Auflage- und Vorlegescheibe in halber Breite zu Fortsätzen mit je einer Öse zur Aufnahme der Klinkenkabeladern ausgearbeitet. Die Verbindungsstellen werden gut verlötet. Mit den Fortsätzen der Klinkenfederauflage und der kürzeren Klinkenfeder werden der ankommende und der abgehende *a*-Draht der Leitung, mit dem Fortsatze der längeren Klinkenfeder der ankommende und der abgehende *b*-Draht der Leitung und mit dem Fortsatze der Klinkenhülse (Vorlegescheibe) der Prüfdraht verbunden. Wird ein Stöpsel in die Klinke eingesetzt, so wird die kürzere Klinkenfeder von der Auflage abgehoben und mit der Stahl-

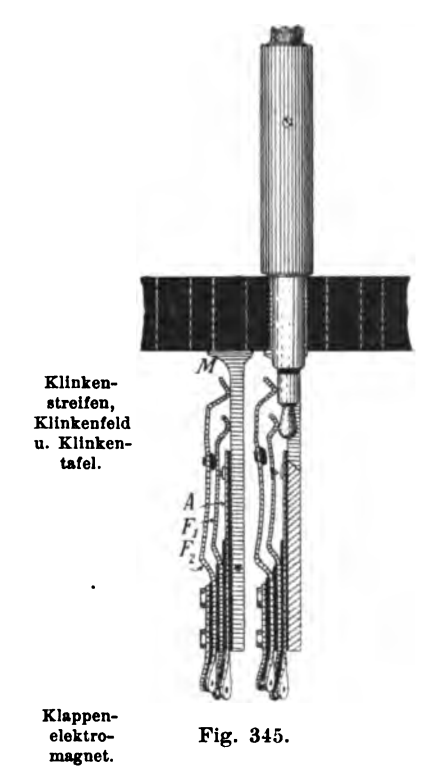


Fig. 345.

spitze des Stöpsels verbunden, während die längere Klinkenfeder mit dem mittleren Messingcylinder des Stöpsels und die Klinkenhülse mit dem hinteren Messingcylinder des Stöpsels in Berührung tritt.

Durch Einsetzen eines Stöpsels in eine Klinke wird also der Stromweg nach der zugehörigen Anrufklappe hin nur im a-Drahte unterbrochen und mit dem a-Drahte der Stöpselschnur verbunden, der b-Draht des Systems wird dagegen nicht unterbrochen, also in seiner ganzen Länge auf den b-Draht der Stöpselschnur geschaltet.

Klinkenstreifen, Klinkenfeld u. Klinkentafel.

Klinkenstreifen, Klinkenfeld und Klinkentafel. Je 20 Klinken sind mit dem cylinderförmigen Teile der Klinkenhülsen in eine Hartgummifassung eingesetzt und bilden mit dieser einen Klinkenstreifen. Die Hartgummifassung trägt auf der äusseren Seite neben den Klinkenlöchern deren Nummerbezeichnung. Durch Aufeinanderschichten von 5 Klinkenstreifen entsteht ein Klinkenfeld; 10 solcher Klinkenfelder in zwei Reihen nebeneinander bilden die Klinkentafel des kleinen schrankförmigen Vielfachumschalters.

Klappenelektromagnet.

Der Klappenelektromagnet. Der einschenkelige Elektromagnet der Anruf- und der Schlussklappen hat im wesentlichen dieselbe Bauart wie die Elektromagnete der Klappenschränke zu 50 Doppelleitungen. Es werden je 10 Stück auf einer gemeinsamen Metallschiene zu einem Satze vereinigt. Die Empfindlichkeit der Elektromagnete für die Teilnehmer- und Schlussklappen ist so bemessen, dass die Klappen bei Anwendung von 5 Kohlenelementen und bei einem eingeschalteten äusseren Widerstande von 50 bis 600 Ohm ohne Nachregulierung sicher abfallen. Der Widerstand der Elektromagnetrolle beträgt bei den Anrufklappen 150 Ohm und bei den Schlussklappen 600 Ohm.

Die Anrufklappen sind mit einer blattförmigen Kontaktfeder für den Weckerstromkreis ausgerüstet und tragen auf der Innenseite der Fallklappe schwarze Nummern auf weissem Grunde, während die unterhalb der Anrufklappen angeordneten Schlussklappen rote Nummern auf weissem Grunde zeigen.

Hebelumschalter.

Der Hebelumschalter (Fig. 346). An die vier senkrechten Arme des Messingsattels M sind zu beiden Seiten durch Ebonitplättchen voneinander und von dem Messinggestell isoliert acht Federn aus Neusilber angeschraubt.

Je zwei gerade Blattfedern f sitzen untereinander an dem vorderen (in der Figur linksseitigen) Sattelarm a; auf den freien Enden der Blattfedern sind nach der Innenseite zu Platinkontaktplättchen aufgenietet; zwischen den oberen und den unteren Blattfedern f sind je 2 gebogene Blattfedern f_1 bezw. f_2 befestigt. Letztere sind, und zwar die oberen f_1 in der Mitte, die unteren f_2 am freien Ende nasenförmig zu je einer Rast für den zweiarmigen Hebel H aufgebogen. Die oberen Federn f_1, welche in einer Biegung um den senkrechten Sattelarm nach Innen herumgreifen, bilden in der Mitte die Rast für

den oberen stärkeren Ebonitcylinder des Schalthebels — Ruhestellung, Einschaltung der Schlussklappe —; die unteren Federn f_2 verlaufen dicht neben den geraden Blattfedern f und bilden am freien Ende die Rast für den unteren schwächeren Ebonitcylinder des Schalthebels — Einschaltung des Abfragesystems —, wenn der Hebel nach vorn (in der Figur nach links) gelegt wird.

Die gebogenen Blattfedern f_1 und f_2 sind am freien Ende mit nach beiden Seiten hindurchreichenden Platinstiften versehen. In der Ruhestellung des Schalthebels berühren die Platinstifte die ihnen gegenüberstehenden Plattinplättchen von vier kurzen, an den hinteren (rechtsseitigen) Armen des Messingsattels befestigten Neusilberplatten p; das obere dieser beiden Plattenpaare federt und wird durch einen Ebonitknopf auseinander gehalten.

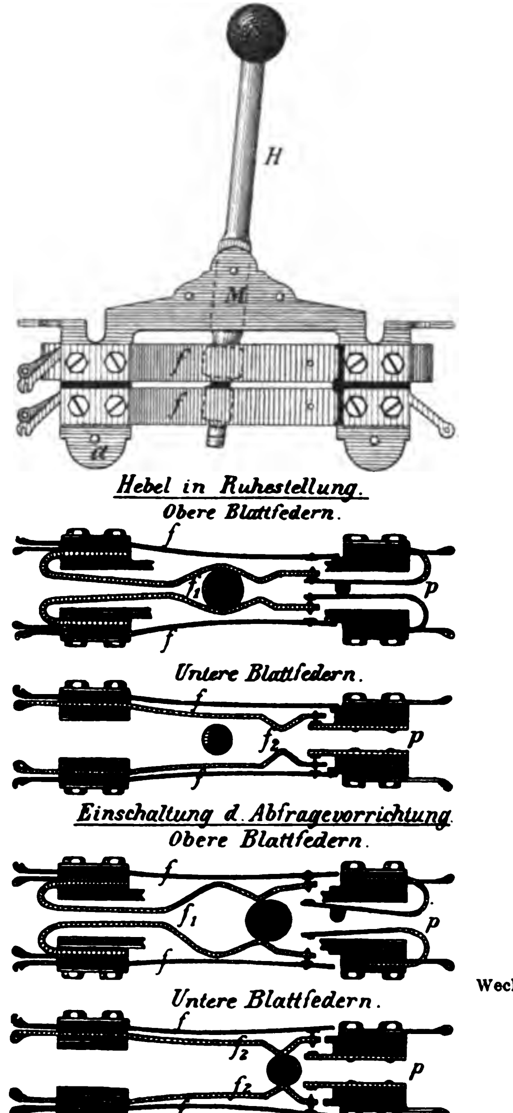


Fig. 346.

Wird der Schalthebel, welcher um eine Achse in der Mitte des Sattelrückens drehbar ist, nach vorn (links) gelegt, so werden die Kontakte der Federn f_1 und f_2 mit den Platten p unterbrochen und, sobald die untere Rast erreicht ist, Kontakte zwischen diesen Federn und den Federn f hergestellt.

An schmalen, zu Ösen ausgearbeiteten Fortsätzen der vier gebogenen Federn f_1 und f_2 liegen die vier (a- und b-) Drähte des Stöpselschnurpaars, an den Fortsätzen der geraden Blattfedern f die Zuführungen zu dem Abfragesystem und an den kurzen Platten p die Zuführungen zur Schlussklappe (vgl. Fig. 350).

Weckstaste.

Die Wecktaste (Fig. 347). Sie besteht aus zwei Neusilberspangen s und zwei Paaren Blattfedern f und f_1 aus Neusilber, welche durch Hartgummischeiben voneinander isoliert, mit dem einem Ende je an zwei einander gegenüberliegenden Seiten eines rechteckigen Messingprismas P in der Aufeinanderfolge s-f-f_1 befestigt sind. An ihrem freien Ende sind die Spangen mit einem Ebonitcylinder so verschraubt, dass ihr Abstand etwa 1 cm beträgt. In die beiden Federn f sind nahe am freien Ende kleine rechteckige Ebonitprismen eingesetzt, welche durch entsprechende Ausschnitte der Spangen hindurchreichen und an den einander zugekehrten Seiten nach oben abgeschrägt sind. In den durch die

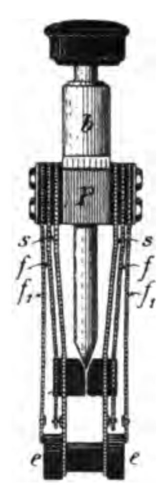


Fig. 347.

Abschrägung gebildeten Raum ragt in der Ruhelage der kegelförmig zugespitzte Teil des stählernen Tastenstiftes hinein. Die Federn *f*, welche unterhalb der Ebonitstücke nach beiden Seiten hindurchgreifende Platinstifte tragen, berühren mit diesen in der Ruhelage die ihnen gegenüberstehenden Platinkontaktplättchen der Spangen *s*. Die Federn f_1 tragen den Platinstiften der Federn *f* gegenüber ebenfalls Platinkontaktplättchen; in der Ruhelage liegen die Federn f_1 an den Ebonitscheiben *e* und können infolgedessen die Federn *f* nicht berühren. Wird der Tastenstift, welcher durch die stählerne Führungsbuchse *b* und eine cylindrische Bohrung des Messingprismas hindurchgreift, niedergedrückt, so schiebt sich seine Spitze zwischen die beiden Ebonitprismen und drückt sie und die mit ihnen verbundenen Federn *f* soweit bei Seite, dass der Kontakt mit den Spangen *s* unterbrochen und dafür der Kontakt mit den Federn f_1 hergestellt wird. Durch eine in die Führungsbuchse eingelegte Spiralfeder wird nach Loslassen des Tastenknopfes der Tastenstift wieder nach oben gezogen.

An den Spangen *s* liegen die Zuführungsdrähte der sekundären Wicklung der Induktionsrolle des Abfragesystems, an den inneren Federn *f* die Zuführungsdrähte zu den Hebelumschaltern und an den äusseren Federn f_1 die beiden Batteriepoldrähte (vgl. Fig. 350).

Stöpsel mit Schnur u. Rollgewicht.

S t ö p s e l m i t S c h n u r u n d R o l l g e w i c h t (Fig. 348). Die Stöpsel bestehen aus drei Metallteilen: einer birnenförmigen Stahlspitze *s*, einem kurzen Messingcylinder *m* und einem längeren Messingcylinder *n*. Die drei Teile sind voneinander isoliert; an der Spitze und dem mittleren Teile münden die beiden Lahnlitzen des *a*- und *b*-Drahtes der Stöpselschnur, und an dem Stöpselschaft, der mit dem hinteren Messingcylinder metallisch verbunden ist, der für Kontrolzwecke dienende blanke Messingdraht der Stöpselschnur. Letzterer ist zu einer Spirale um die beiden Lahnlitzendrähte aufgewickelt und macht hierdurch die Schnur widerstandsfähiger. Als Griff und zum Schutze der Verbindungsstellen der Lahnlitzen mit den Stöpselteilen dient eine auf den Stöpselschaft aufgeschobene und mit diesem verschraubte Hülse aus Fibermasse. Eine doppelte Zwirnumklöppelung schützt die Leitungsdrähte der Stöpselschnur.

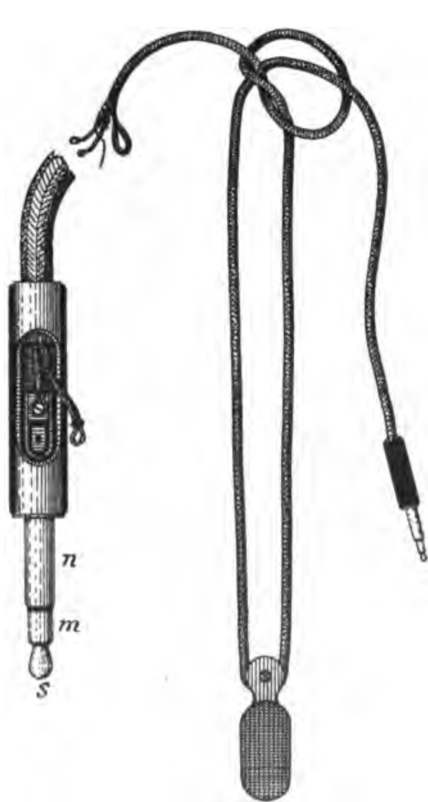


Fig. 348.

Die aus Blei gegossenen, mit Messingrollen ausgestatteten Gewichte zum Spannen der Schnüre sind plattenförmig ausgebildet und an den Kanten zugeschärft,

damit sie in den Schränken wenig Platz einnehmen und einander in der Bewegung nicht hindern.

Abfrageapparate. Zur Abfrageeinrichtung gehören ein Brustmikrophon (System STOCK & CIE.), eine Induktionsrolle, ein Kopffernhörer, eine fünfaderige Leitungsschnur mit Zwillingsstöpsel und eine Stöpselklinke zum Einschalten von Brustmikrophon und Fernhörer.

Brustmikrophon.

Das Brustmikrophon (Fig. 349), ein Kohlenkornmikrophon, ist auf einem Aluminiumblechschilde befestigt, das auf der Brust des Beamten ruht und durch ein um den Hals zu legendes Gummiband festgehalten wird.

Die Mikrophonkapsel ist in einen Ständer drehbar eingelagert, sodass dem Sprechtrichter verschiedene Lagen zum Munde gegeben werden können. Die zugehörige Induktionsrolle ist im Umschalteschrank untergebracht. Der Kopffernhörer ist ein zweipoliger Fernhörer (zweilamelliger Hufeisenmagnet), dessen wirksame Teile in ein dosenförmiges Metallgehäuse eingeschlossen sind, an dessen vorderer Seite die Hörmuschel aus Hartgummi sitzt. Ein leichter vernickelter Stahlbügel, der durch ein Gelenk mit der Rückseite des Gehäuses verbunden ist und am freien Ende ein kleines Lederpolster trägt, wird über den Kopf gelegt und hält den Apparat am Ohre des Bamten fest.

Fig. 349.

Der sehr kräftige Magnet des Fernhörers ist halbkreisförmig und mit rechtwinklig gebogenen Polschuhen versehen, welche Drahtspulen von gleicher Windungszahl und gleichem Widerstande tragen; der Gesamtwiderstand beträgt 130 Ohm. Mit dem Fernhörer ist eine dreiaderige Schnur verbunden; zwei Adern liegen an den freien Enden der Fernhörerwicklungen, die dritte am neutralen Punkte, d. h. an der Verbindungsstelle zwischen dem Ende der ersten und dem Anfange der zweiten Drahtspule.

Die Mikrophon- und Kopffernhörer-Leitungsschnüre werden durch einen auf dem Brustschilde befestigten Hartgummiblock zu einer fünfaderigen Leitungsschnur, welche in einem Zwillingsstöpsel endet, zusammengefasst. Die Einschaltung erfolgt durch Einsetzen des Zwillingsstöpsels in die am Umschalteschrank angebrachte Doppelklinke, die aus zwei Klinken von der durch Fig. 345 veranschaulichten Bauart besteht.

Betriebsweise.

Betriebsweise (Fig. 350). Die beiden Drähte eines Doppelleitungsanschlusses führen von dem Blitzableiter zum Umschaltegestelle, von da in

das Apparatzimmer nach den Klinken des ersten Schrankes, von diesen über die Klinken gleicher Nummer der übrigen Schränke bis zum letzten Schranke und von diesem im Rückkabel nach demjenigen Schranke, in welchem ihre Anrufklappe liegt. Bei Einzelleitungsanschlüssen wird die Rückleitung des Apparatsystems — der *b*-Draht — am Umschaltegestell an Erde gelegt.

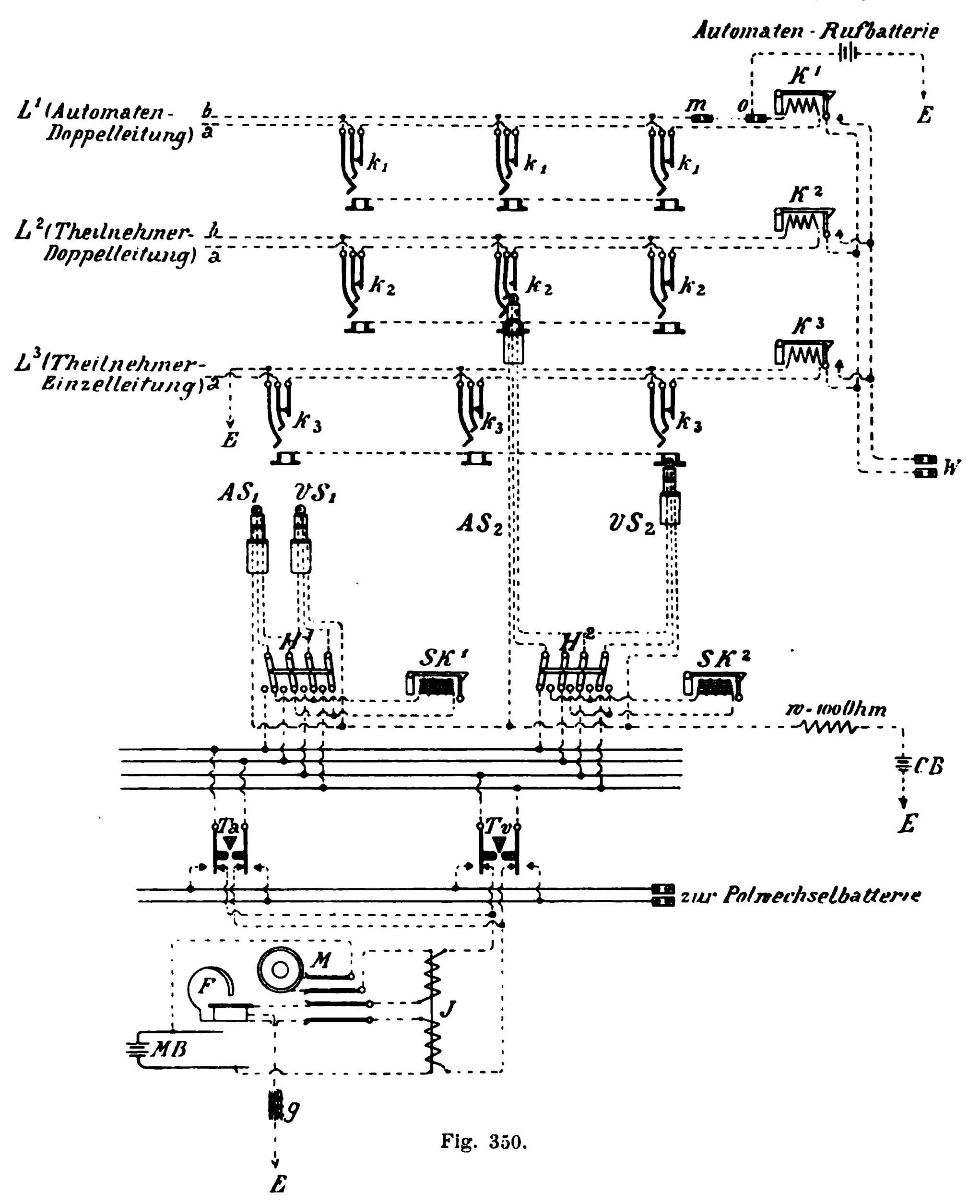


Fig. 350.

Zum Betriebe von Automatenleitungen werden an jedem Vielfachumschalter für eine Leitung — in Fig. 350 für L^1 — zwei Klemmen *m* und *o* angebracht; an diesen Klemmen ist der *b*-Draht des Systems unterbrochen. Die an Klemme *o* gelegte Automatenrufbatterie tritt daher erst in Wirksamkeit und bringt die Klappe K^1 zum Fallen, wenn der Hebel des Hakenum-

schalters im Automaten bei Einzelleitungen eine dauernde, bei Doppelleitungen eine vorübergehende Verbindung der Automatenanschlussleitung mit der Erde herstellt.

Soll statt der Automatenleitung eine Teilnehmerleitung auf die Klappe K^1 geschaltet werden, so ist die Automatenrufbatterie von der Klemme o zu trennen und letztere mit der Klemme m zu verbinden.

Anruf von ausserhalb. — Es ist keine Klinke des Anschlusses gestöpselt. Der Weckstrom aus der Teilnehmerdoppelleitung L^2 bringt, nach-



Fig. 351. Fig. 352.

dem er sämtliche Klinken k_2 des Systems durchlaufen hat, die Klappe K^2 zum Fallen.

Abfragen. — In dem Schranke, in welchem die Klappe K^2 liegt, ist der Abfragestöpsel AS_2 in die Klinke k_2 einzusetzen und der Hebelumschalter H^2 aus der Ruhelage (zu vergl. den Hebel H^1) nach vorn (in der Figur nach links) umzulegen.

Hierdurch werden die Induktionsrolle und der Fernhörer des Abfragesystems über die Doppeltaste Ta in die Anschlussleitung L^2 eingeschaltet. Es werde die Teilnehmerleitung L^3 verlangt.

Prüfung, ob die verlangte Leitung frei ist. — Die Spitze des Verbindungsstöpsels VS_2 wird an die nächste Klinkenhülse der verlangten Teilnehmerleitung L^3 gelegt. Ist L^3 in einem anderen Schranke besetzt, so

ist in diesem die Klinkenhülse von k_8 durch den eingesetzten Verbindungsstöpsel über den Widerstand w mit der an Erde liegenden Kontrolbatterie CB verbunden. Aus letzterer fliesst dann ein Strom durch den Kontroldraht der Stöpselschnur über den Stöpsel zur Klinkenhülse von k_3 in dem betreffenden anderen Schranke, durch die Prüfleitung zur Klinke k_3 des prüfenden Beamten, über dessen Stöpselspitze und durch den a-Draht der Schnur zum Hebelumschalter H^2, weiter über die Taste Tv zum Fernhörer und von dessen neutralem Punkte über den Graduator g zur Erde. Im Fernhörer wird bei dem durch Anlegen des Stöpsels VS_2 bewirkten Stromschluss ein Knacken vernehmbar. Steckt dagegen in keiner Klinke der Leitung L^3 ein Stöpsel, so fehlt der Klinkenhülse die Verbindung mit der Kontrolbatterie, und man hört beim Prüfen kein Knacken.

Verbindung mit der verlangten Leitung. — Der Verbindungsstöpsel VS_2 wird in die nächste Klinke k_3 der Anschlussleitung L^3 eingesetzt und der Teilnehmer L^2 zum Rufen aufgefordert. Hierauf ist der Hebelumschalter H^2 wieder nach rückwärts zu legen (in der Figur nach rechts), wodurch das Abfragesystem ausgeschaltet und dafür die Schlussklappe SK^2 als Brücke eingeschaltet wird. Fällt die Schlussklappe nach längerer Zeit nicht, so ist unter Einschaltung des Abfragesystems festzustellen, ob in der Verbindung noch gesprochen wird.

Wecken eines Teilnehmers. — Die Doppeltaste Ta oder Tv wird niedergedrückt, je nachdem der Stöpsel AS oder VS benutzt wird.

Umschalter für Verbindungsleitungen des Stadt- oder Vororts-verkehrs.

Der Umschalter für Verbindungsleitungen des Stadt- oder Vorortsverkehrs (Fig. 341, 353, 354). Er enthält bis zu 1000 Klinken für Teilnehmerleitungen und 40 Klinken für besondere Zwecke, 14 Anrufklappen mit Kontaktvorrichtungen zum Anschliessen eines gemeinschaftlichen Signalapparats, 14 Schlussklappen, 14 Abfrageklinken, 14 Kontrolklinken, 14 Paare dreiteilige Stöpsel mit Schnüren und Rollgewichten, 15 Hebelumschalter, 3 Wecktasten, 1 dreiteiligen Kontrolstöpsel mit Schnur und Rollgewicht, 1 Doppelklinke zum Einschalten des Fernhörers und Mikrophons, 2 Graduatoren und 1 Vorschaltewiderstand zur Kontrolbatterie. Fig. 351 giebt die Vorderansicht, Fig. 352 die Rückenansicht des Verbindungsleitungsschrankes. Die auf den Schrank geschalteten Verbindungsleitungen können sowohl für ankommende als auch für abgehende Gespräche benutzt werden. Sind so viel Verbindungsleitungen vorhanden, dass der eine Teil nur für abgehende und der andere Teil nur für ankommende Gespräche benutzt werden soll, so werden die ankommenden Verbindungsleitungen nach dem Einschnursystem, die abgehenden Verbindungsleitungen nur auf Klinke geschaltet. Die Konstruktion der einzelnen Apparatteile und Zubehörstücke ist die der Umschalter für Teilnehmerleitungen; nur die Abfrageklinken A und die Kontrolklinken C für die Verbindungsleitungen haben abweichende Bauart, wie in der Fig. 353 schematisch dargestellt ist. Jede Verbindungsleitung ist zunächst in dem Schranke, wo sie auf Klappe liegt, an eine Kontrol- und eine Abfrageklinke geführt, durchläuft dann die übrigen Schränke und zuletzt die Klappe. Beim Abfragen wird in der Klinke A die Fortsetzung nach den übrigen Schränken völlig abgetrennt.

a) Schaltung für Verbindungsleitungen nach dem Zweischnursystem (Fig. 353). Anruf von ausserhalb. — In der Kontrolklinke C und in der Abfrageklinke A steckt kein Stöpsel. Der Anruf bringt die Klappe K^3 zum Fallen.

Abfragen. — Der Hebelumschalter *H* wird nach vorn umgelegt (in der Figur nach links) und der Stöpsel *AS* in die Abfrageklinke *A* gesteckt. Das Abfragen geschieht am Abfragesystem *MF*, das über die Doppeltaste *Ta* eingeschaltet ist.

Prüfung, ob die verlangte Leitung frei ist. — Sie erfolgt in derselben Weise wie beim Betriebe der Anschlussleitungen.

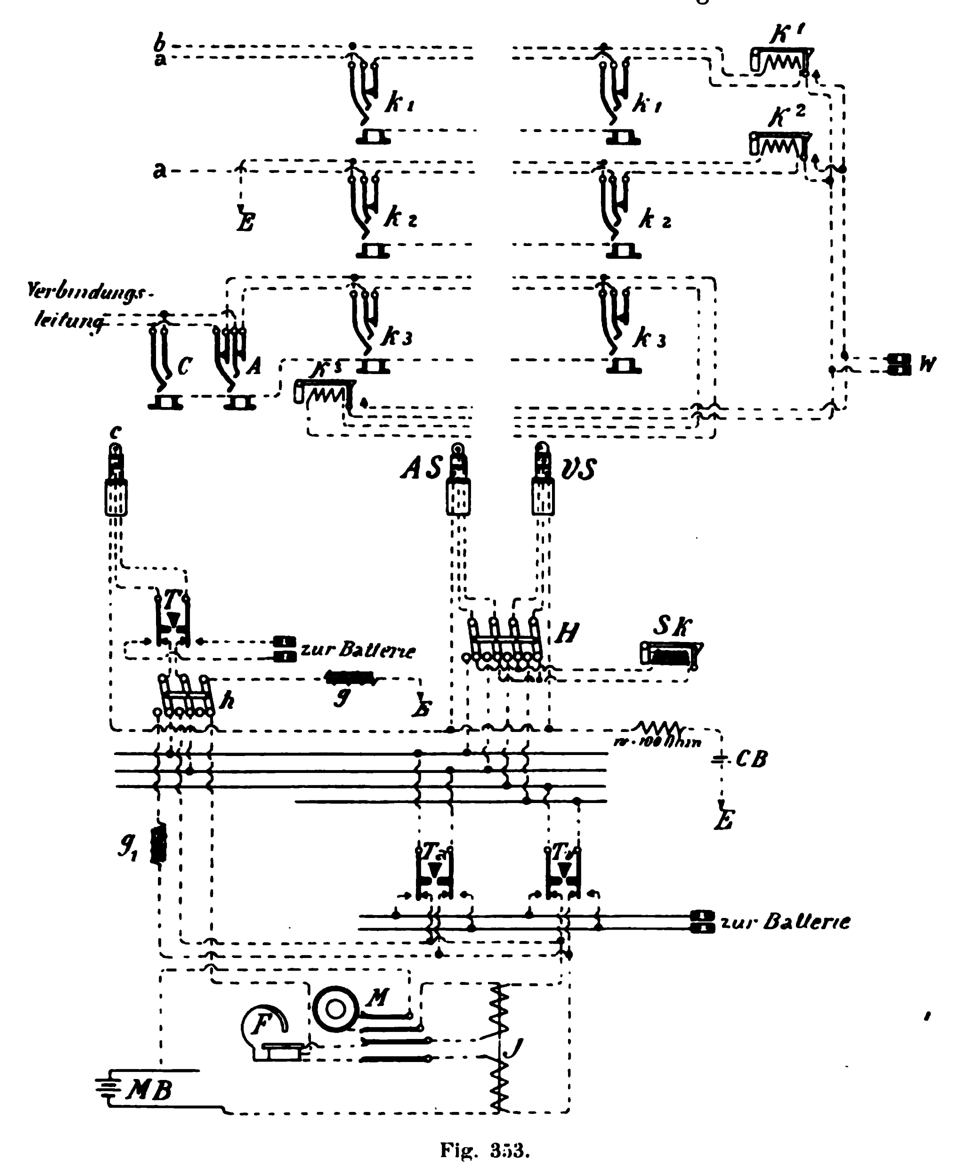


Fig. 353.

Verbindung einer Teilnehmerleitung mit einer Verbindungsleitung. — Der Stöpsel *VS* wird in die geprüfte Klinke des Teilnehmeranschlusses eingesetzt, und der Teilnehmer nach Erfordernis durch Niederdrücken der Taste *Tv* angerufen. Durch Zurücklegen des Hebelumschalters *H* wird die Schlussklappe *SK* an Stelle des Abfragesystems als Brücke eingeschaltet.

Schlusskontrole. — Der dreiarmige Hebelumschalter h ist nach vorn (in der Figur nach links) umzulegen und der Kontrolstöpsel c in die Kontrolklinke C zu stecken. Hierdurch wird der Fernhörer F des Abfragesystems nebst dem Graduator g_1 als Brücke in die Verbindung eingeschaltet, während gleichzeitig die Erdverbindung mit dem Graduator g vom neutralen Punkte des Fernhörers getrennt wird.

b) Schaltung für ankommende Verbindungsleitungen nach dem Einschnursystem (Fig. 354). Die ankommende Leitung

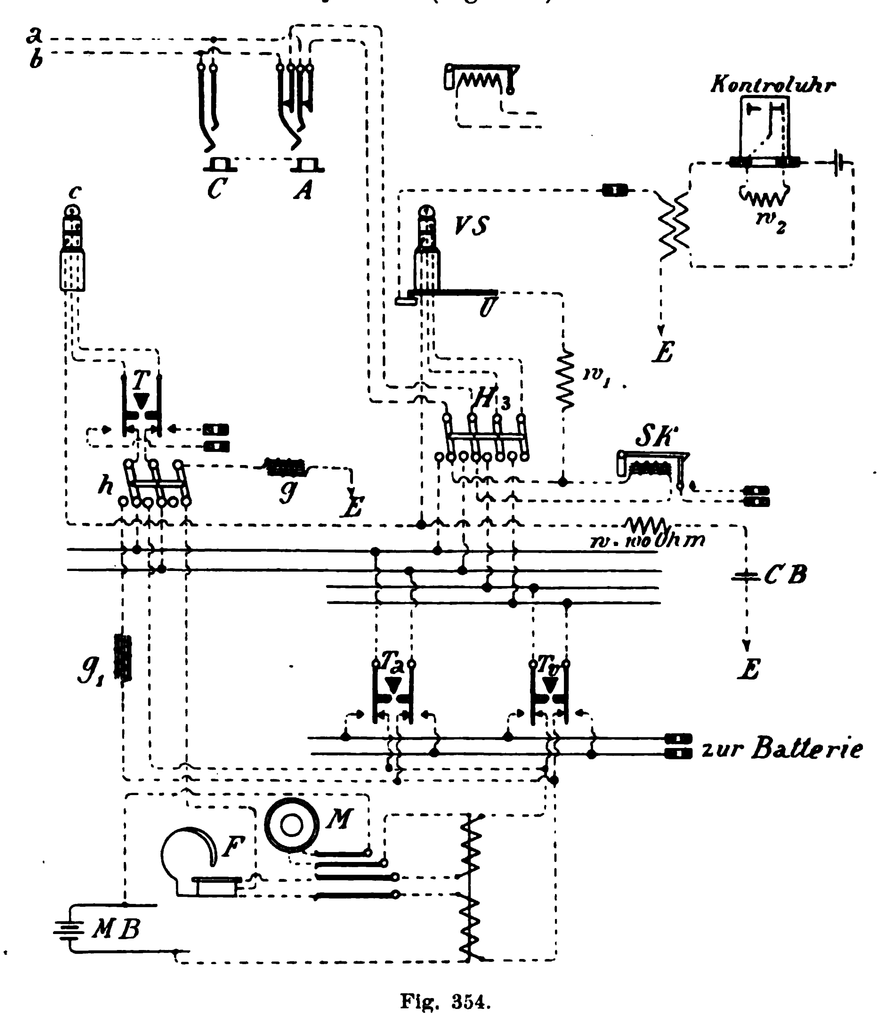


Fig. 354.

liegt nur auf einem Schranke. Die (für gewöhnlich entbehrliche) Abfrageklinke ist, statt durch eine Stöpselschnur, durch feste Drähte mit dem Hebelumschalter H_3 verbunden, und die Schlussklappe SK dient zugleich als Anrufklappe. Die Anrufklappe wird nicht benutzt. Zum Abfragen ist lediglich der Hebelumschalter H_3 umzulegen. Die gewünschten Verbindungen werden mit dem Stöpsel VS ausgeführt. Die in der Schaltungsskizze angegebene Braunsche Kontroluhr wird noch besonders erörtert. Die abgehenden Verbindungsleitungen liegen nur auf Klinke, da Anrufe in ihnen nicht eingehen, und zwar ist jede Leitung in Vielfachschaltung durch alle Schränke geführt.

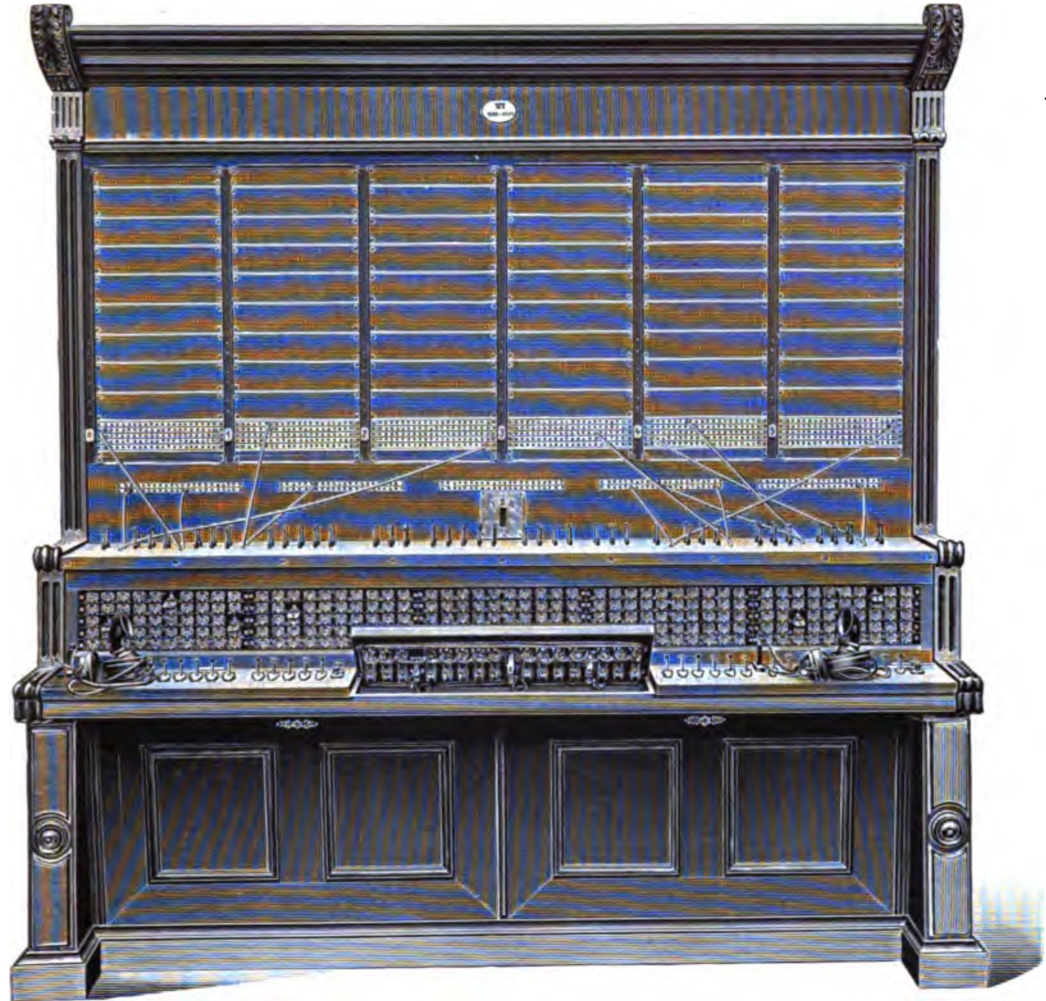


Fig. 355.

2. Der Vielfachumschalter grosser Schrankform für Doppelleitungen.

Dieser Umschalter (Fig. 355) wird mit einem Fassungsvermögen bis zu 6000 Klinken für Teilnehmerleitungen von den Firmen Stock & Cie., sowie Mix & Genest gebaut. Er weicht nur bezüglich der Klinkenanordnung von den kleinen Vielfachumschaltern, System Mix & Genest und zwar insoweit ab, als jeder Schrank mit den Vielfachklinken sämtlicher in das Amt eingeführten Teilnehmerleitungen belegt ist; im übrigen ist die Konstruktion und Bedienung die gleiche.

3. Der Vielfachumschalter in Tischform für Doppelleitungen

(System Stock & Co.).

Dieser Vielfachumschalter hat ein Fassungsvermögen von 12000 Klinken, welche zum grösseren Teile für Teilnehmerleitungen, zum kleineren Teile für

abgehende Stadtverbindungs- und sonstige Zuleitungen benutzt werden. Er wird von den Firmen Stock & Co., sowie Mix & Genest in drei Formen ausgeführt:

1. als Vielfachumschalter für Teilnehmerleitungen,
2. als Vielfachumschalter für Vororts-Verbindungsleitungen,
3. als Vielfachumschalter für ankommende Stadt-Verbindungsleitungen.



Fig. 356.

Fig. 356 giebt eine Ansicht des von der Firma Mix & Genest eingerichteten Fernsprechamtes Strassburg (Elsass); Fig. 357 eine solche des von der Firma Stock & Co. eingerichteten Hauptfernsprechamtes Berlin.

Der Konstruktion der Umschalter für Teilnehmer- und Vororts-Verbindungsleitungen liegt das Zweischnursystem, der des Umschalters für an-



Fig. 357.

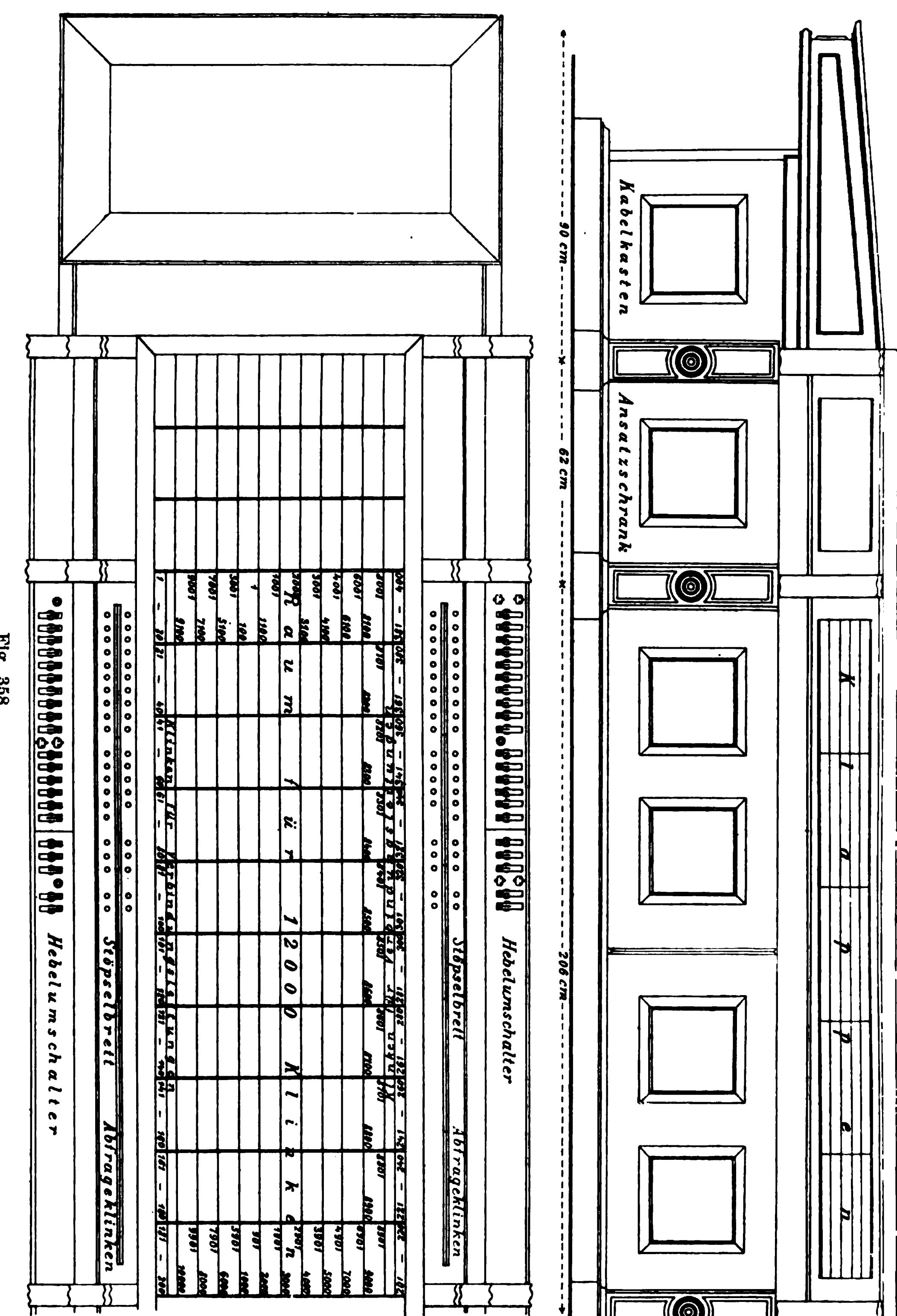

Kabelkasten
Ansatzschrank
90 cm
62 cm
206 cm
Klappen
Hebelumschalter
Stöpselbrett
Abfrageklinken
Raum für 12000 Klinken
Hebelumschalter
Stöpselbrett
Abfrageklinken

Fig. 358.

kommende Stadt-Verbindungsleitungen das Einschnursystem zu Grunde. Fig. 358 stellt eine Vielfachumschaltetafel nebst Ansatztafel in Seiten- und Oberansicht, Fig. 359 eine Umschaltetafel im Durchschnitte dar. Eine Umschaltetafel hat an den beiden Längsseiten je drei Arbeitsplätze. Da von einem Arbeitsplatz aus ausser den vor ihm liegenden Klinken nur noch die Klinken vor den Nachbarplätzen bequem gestöpselt werden können, so werden an dem ersten und letzten Tischumschalter einer Reihe Ansatztafeln angesetzt, welche die von den äussersten Arbeitsplätzen nicht erreichbaren Klinkenfelder des 3. bez. 1. Arbeitsplatzes eines Tischumschalters enthalten.

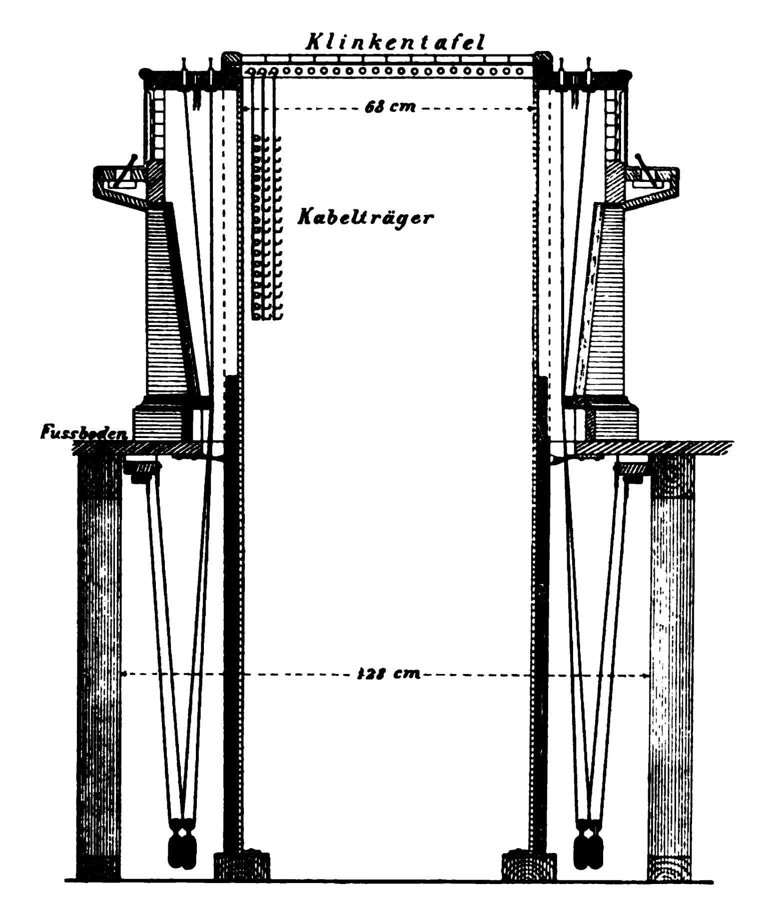


Fig. 359.

Die Klinkenkabel — 63-aderige Baumwollseidenkabel — sind in die Haken messingener Rechen eingehängt, welche unterhalb der Klinkentafeln an eisernen Schienen beweglich aufgehängt sind. Bei dieser Anordnung kann mit dem Arme zwischen die Kabel gefasst und jedes Kabel allein nach oben oder nach unten herausgezogen werden. Damit die Verbindungsschnüre in der nötigen Länge aushängen können, ist das die Klinken und Kabel tragende eiserne Gestell entsprechend hoch konstruiert und von unten auf mit einem 90 bis 100 cm hohen Holzaufbau umgeben, welcher die Fussbodenbedielung trägt.

Die Holzverkleidungen unterhalb des Hebelumschalterbretts werden herausgenommen, wenn Arbeiten innerhalb des Umschalters bei Tage vorgenommen werden sollen und das durch die Öffnungen eindringende Tageslicht hierzu noch ausreicht. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt die Beleuchtung des inneren Raumes durch elektrische Glühlampen, die mit langen Leitungsschnüren und Drahtschutzkorb versehen sind, und deren Einschaltung mittelst Anschlussdosen in eine innerhalb der Umschaltetafeln angelegte Abzweigung der allgemeinen elektrischen Beleuchtungsanlage erfolgt. Mangels einer solchen wird eine besondere durch Sammler gespeiste Beleuchtungsanlage für das Innere der Umschaltetafeln hergestellt. Der Zugang zu dem Tischinnern erfolgt durch Einsteigeluken in der oberen Bedielung an den Enden und in der Mitte einer Tischreihe.

Bei der Einrichtung der Tischumschalter ist darauf Rücksicht genommen worden, dass die hauptsächlichsten Instandsetzungen von aussen und während des Betriebs vorgenommen werden können. Die Klinken sind daher nach oben und die Klappen nach vorn herausziehbar angeordnet; ferner können die die Hebelumschalter und Anruftasten tragenden Schlüsselbretter nach oben aufgeklappt werden.

Die Rückkabel — 42-aderige Baumwollseidenkabel — werden auf der unteren Bedielung, jedoch ausserhalb des freien Raumes des Umschalterinnern ausgelegt. Zur Hochführung der Verbindungskabel an dem ersten und letzten Tische einer Reihe dienen besondere Kabelkasten in Tischform, welche zu Schreibtischen und zur Aufstellung von einfachen Prüfungssystemen für die Aufsichtsbeamten eingerichtet sind.

Umschalter für Teilnehmerleitungen.

1. Der Umschalter für Teilnehmerleitungen.. Er enthält eine für beide Seiten gemeinsame Klinkentafel mit einer Belegung bis zu 12000 Klinken. Die Klinken für Zuleitungen nach anderen Ämtern (abgehende Verbindungsleitungen) müssen zweifach vorhanden sein, damit sie auf jeder Seite der Umschaltetafel bequem zur Hand sind.

Die weitere Ausrüstung umfasst auf jeder Seite: 200 Abfrageklinken auf dem Stöpselbrett in 5 Sätze verteilt für die an dem Tischumschalter auf Klappe gelegten Leitungen, 200 Anrufklappen mit Kontaktvorrichtungen zum Anschliessen eines gemeinsamen Signalapparats, 45 Verbindungssysteme mit je 2 Stöpseln mit Schnur- und Rollgewicht sowie mit 1 Hebelumschalter und 1 Schlussklappe, 3 Abfrageeinrichtungen mit je 1 Brustmikrophon nebst Induktionsrolle, 1 Kopffernhörer und je 1 Taste mit 2 Druckknöpfen, sowie 1 Klinke zum Einschalten des Fernhörers und Mikrophons.

Die Klinke. Die Klinke für Teilnehmerleitungen hat dieselbe Konstruktion wie die gleiche Klinke bei den Vielfachumschaltern kleiner Schrankform; nur die Grössenabmessungen sind durchweg geringer, sodass auch die Klinkenstreifen, welche ebenfalls 20 Klinken in einer Hartgummileiste enthalten, entsprechend kleiner sind.

Die obere Fläche des Klinkenstreifens (Fig. 360) ist dachförmig nach beiden Seiten abgeschrägt. Auf beiden schrägen Flächen sind die Nummerbezeichnungen für die einzelnen Klinken angebracht, jede Klinke ist also doppelt numeriert. In der Mitte des Klinkenstreifens ist ein weisser Hornstift in die Hartgummifassung als Marke für das Auge

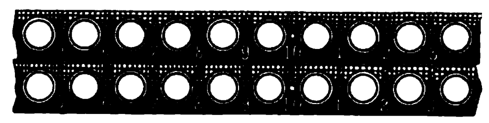


Fig. 360.

beim Aufsuchen der Klinken eingesetzt. Täfelchen aus emailliertem Bleche dienen zur Bezeichnung der Hundertgruppen in den Klinkenfeldern. Die Klinkenstreifen werden unmittelbar auf das eiserne Tragegerüst aufgeschraubt. Die Klinkentafel ist in 10 Abteilungen eingeteilt, bei einer Belegung von 12000 Klinken enthält jede Abteilung 1200 Klinken in 12 Klinkenfeldern zu 5 Klinkenstreifen.

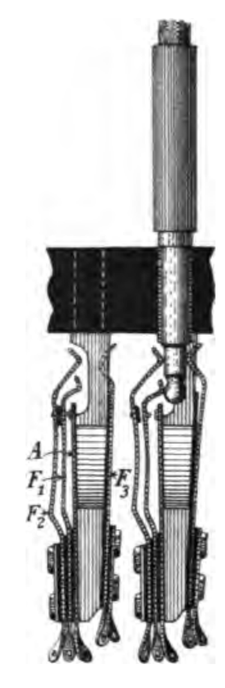


Fig. 361.

Die Klinke für Stadtverbindungs- und sonstige Zuleileitungen hat dieselbe Einrichtung wie die der Teilnehmerleitungen; da die Klinken nicht für beide Tischseiten gemeinschaftlich sind, so sind sie auf den Hartgummifassungen auch nur mit einfacher Numerierung versehen.

Die Abfrageklinke (Fig. 361). — Sie unterscheidet sich von den Klinken für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen durch eine längere Stöpselbahn, stärkeren und anders geformten Messingkörper, sowie durch die Anordnung einer dritten, am freien Ende nasenförmig gebogenen Feder F_3 auf der anderen Seite des Messingkörpers. Eine dünne Ebonitscheibe trennt diese Feder von dem Messingkörper, an welchem sie mittelst einer kleinen Vorlegescheibe aus Neusilber durch zwei Schrauben befestigt ist. Die Schrauben greifen durch zwei in die Feder eingelassene Ebonithülsen hindurch in den Messingkörper der Klinke ein; die Vorlegescheibe und deren ösenförmiger Fortsatz zur Befestigung des Leitungsdrahts stehen also mit der Klinkenhülse in metallischer Verbindung. Die Federn F_1 und F_2, sowie die Blattfederauflage A sind in der gewöhnlichen Weise durch Ebonitzwischenlagen voneinander isoliert und mittelst einer Vorlegescheihe aus Neusilber durch 2 Stahlschrauben an dem Klinkenkörper befestigt. Wo die Stahlschrauben durch die Auflage und die Klinkenfeder hindurchgehen, sind sie durch Ebonithülsen von ihnen isoliert. Die Vorlegescheibe enthält keinen Fortsatz zur Anlegung einer Drahtverbindung.

Wird ein Stöpsel in eine Abfrageklinke eingesetzt, so wird die kürzere Klinkenfeder F_1 von der Auflage abgehoben und mit der Stahlspitze des Stöpsels verbunden, die beiden längeren Klinkenfedern F_2 und F_3 zu beiden Seiten des Klinkenkörpers werden mit dem mittleren Messingcylinder und die Klinkenhülse mit dem hinteren Messingcylinder des Stöpsels verbunden. An die kürzere Klinkenfeder ist der a-Draht der Anschlussleitung, an die Auflage die Verbindung nach der Anrufklappe, an die Klinkenhülse der b-Draht und an die beiden äusseren längeren Klinkenfedern der Prüfdraht gelegt. Beim Einstecken des Stöpsels in eine Abfrageklinke wird also der a-Draht der Anschlussleitung über die Stahlspitze des Stöpsels mit dem a-Drahte der Verbindungsschnur, der b-Draht über die Klinkenhülse und den hinteren cylindrischen Messingteil des Stöpsels mit dem b-Drahte der Schnur, der von den Hülsen der Verbindungsklinken kommende Prüfdraht über die beiden äusseren Klinkenfedern und den mittleren cylindrischen Messingteil des Stöpsels mit der Kontrolbatterie verbunden.

Die Klinke der Vorschalteschränke für den Fernleitungsbetrieb. — Bei Vermittelungsämtern mit lebhaftem Fernverkehre hat es sich

für die Herstellung der Verbindungen von Teilnehmerleitungen mit Fernleitungen als notwendig erwiesen, die Verbindungen an besonderen Umschaltetafeln — Vorschalteschränken — derart auszuführen, dass dabei für die Dauer der Verbindung das ganze Vielfachsystem des Ortsamts von der betreffenden Anschlussleitung abgeschaltet wird. Der Vorschalteschrank bildet die erste Umschaltetafel des Vielfachsystems und ist mit Klinken besonderer Bauart ausgerüstet. Während die Klinken der übrigen Umschaltetafeln nur einen abhebbaren Kontakt für den *a*-Draht der Anschlussleitung haben, bei Herstellung von Verbindungen also der *b*-Draht nicht unterbrochen wird und somit eine Verbindung mit den übrigen Tischen bestehen bleibt, haben die Klinken der Vorschalteschränke, wie die schematische Zeichnung Fig. 365 ergiebt, zwei Unterbrechungskontakte. Bei Herstellung einer Verbindung werden durch den Stöpsel beide Kontakte aufgehoben und dadurch sowohl der *a*-Draht wie der *b*-Draht der Anschlussleitung vollständig von den übrigen Tischumschaltern getrennt. Eine Störung des Ferngesprächs durch eine versehentliche Stöpselung u. s. w. an einem anderen Arbeitsplatz ist also ausgeschlossen; auch ist der ungünstige Einfluss der Ladungskapacität der Klinkenkabel aufgehoben. (Vgl. auch Abschnitt über Fernverkehr.)

Die Anrufklappe (Fig. 362a u. b). Der Klappenelektromagnet ist zweischenkelig hufeisenförmig; die beiden Schenkel haben paraffinierte Drahtspulen von zusammen 150 Ohm Widerstand. Der Elektromagnetanker ist in die Schraubenspitzen *s* gelagert, welche von dem Messingbock *m* getragen werden, der brillenförmig um die Eisenkerne des Elektromagnets herumgreift und an ihnen durch die Druckschrauben *d* befestigt ist. Der Anker trägt einen Messinghebel, der über die Drahtspulen der Länge nach hinweg reicht und mit seinem zum Haken umgebogenen Ende über die scharfe Schneide eines Ausschnitts der Fallklappe greift. Wird der Anker angezogen, so geht das Hakenende des Hebels nach oben und lässt die Klappe frei. Die ebenfalls in Schraubenspitzen scharnierartig eingelagerte Fallklappe dreht sich um 90° abwärts, bis der am unteren Rande befindliche Klappenfortsatz gegen die Blattfeder *f* für den Schluss des Weckerstromkreises stösst. Diese Blattfeder wird mit einem Platinkontaktplättchen gegen einen am Klappenscharnier eingesetzten Platinstift gelegt. Da die Klappenscharniere auf die gemeinsame messingene Fassungsschiene eines Satzes Anrufklappen aufgeschraubt sind, so stehen die Kontaktstifte mit den Klappenkörpern in Verbindung. Die Kontaktfedern sind andererseits in Einschnitte der die Schrauben für die Zuführungsdrähte tragenden Ebonitplatte eingelassen und auf eine ebenfalls in diese Platte eingelassene schmale Messingschiene aufgesetzt.

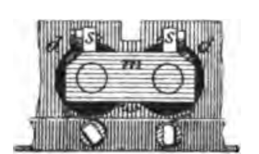


Fig. 362a.

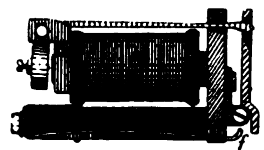


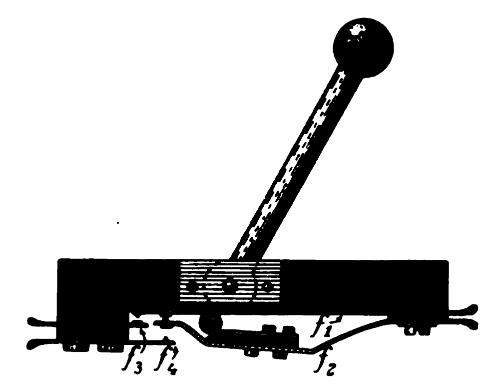
Fig. 362b.

Die Nummer der Leitung ist in schwarzer Farbe auf weissem Grunde auf der inneren Seite der Fallklappe angebracht und kann von der abgefallenen Klappe abgelesen werden. Die Hubhöhe des Ankerhakens lässt sich durch eine in der Mitte des Ankers sitzende Druckschraube begrenzen, welche gleichzeitig das Kleben des Ankers verhütet. Eine Abreissfeder ist an dem Anker nicht vorhanden, er wird also auch nur durch die Schwere des die Klappe haltenden Messingarmes in die Ruhelage zurückgeführt.

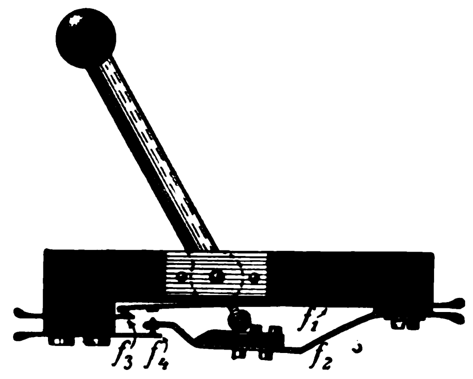
Ein Klappensatz enthält zehn Anrufklappen, welche nebeneinander in einen Winkelrahmen eingesetzt sind, dessen horizontale Schiene aus Ebonit die Befestigungsschrauben für die Rollenzuführungsdrähte und die Messingschiene mit den Weckerschlussfedern trägt, und dessen senkrechte Schiene aus Messing durch Schrauben an der Vorderseite des Umschaltetisches befestigt ist.

Die Schlussklappe. Sie hat im wesentlichen die Bauart der einschenkeligen Anrufklappen für die Klappenschränke zu fünf Doppelleitungen, nur fehlt der Relaiskontakt und ausserdem ist der eiserne Klappenmantel einmal der Länge nach aufgeschlitzt. Der Widerstand der Rollenwicklung beträgt 600 Ohm. 10 Schlussklappen sind auf eine gemeinsame Messingschiene aufgesetzt, welche an der Vorderseite des Umschaltetisches befestigt wird. Die Enden der Rollenwindungen sind an Schrauben gelegt, welche ihrerseits an je einem auf die Messingschiene senkrecht aufgesetzten Ebonitstücke befestigt sind. Auf der Innenseite sind die Fallklappen auf weissem Grunde rot numeriert.

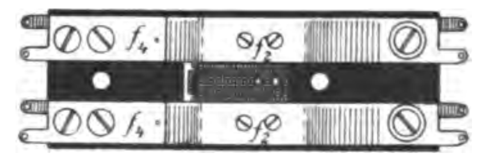
Die Empfindlichkeit der Elektromagnete für die Anruf- und Schlussklappen ist so bemessen, dass die Klappen bei Anwendung von fünf Kohlenelementen und bei eingeschalteten äusseren Widerständen von 50 bis 600 Ohm ohne Nachregulierung sicher abfallen bez. ansprechen.



Hebel in Ruhestellung.



Einschaltung der Abfragevorrichtung.



Ansicht von unten.

Fig. 363.

Der Hebelumschalter (Fig. 363). Zwei Paare in geringem Abstande nebeneinander liegende Neusilberblattfedern f_1 f_2 sind mit ihrem einen Ende auf einem Hartgummistücke gegeneinander isoliert aufgeschraubt. Die unteren Blattfedern f_2 jedes Paares sind in der Mitte ihrer freien Länge gleichmässig eingebogen und durch eine Hartgummiplatte verbunden, die auf der inneren Seite durch eine Neusilberplatte verstärkt ist. Sie tragen an ihrem freien Ende Platinkontaktstifte, denen gegenüber die oberen Federn f_1 mit Platinplättchen belegt sind. In der Ruhelage besteht Kontakt zwischen den Federn f_1 und f_2 jedes Paares.

Am anderen Ende des Ebonitstücks sind zwei Paare kurze Blattfederstücke f_3 und f_4 durch Ebonitzwischenlage voneinander isoliert befestigt, welche über die freien Enden der Federn f_1 und f_2 hinwegragen. Auch diese Federn haben Platinkontakte. Wird der Hebel des Um-

schalters nach vorn umgelegt (in der Figur nach links), so bewegt dessen unterer, zu einer Gabel mit kleiner Walze ausgebildeter Teil die freien Enden der Federn f_2 nach unten, bis sie Kontakt mit den Federn f_4 erlangen und den Kontakt mit den Federn f_1 verlieren, welche ihrerseits mit den Federn f_3 in Kontakt treten.

Durch die Abschrägung der Hartgummiplatte, gegen welche die Walze des Hebels drückt, wird verhütet, dass der Hebel in einer Stellung stehen bleiben kann, bei der die Federn weder den einen noch den anderen Anschlag berühren. Wird der Hebel bis zur Mitte des Schlitzes in der Tischplatte, aus der er hervorragt, geführt und losgelassen, so schnappt er unter dem Drucke der gebogenen Federn entweder in die vordere oder die hintere Rast ein. Der Schlitz in der Tischplatte ist durch ein dünnes Ebonitplättchen, welches jeder Bewegung des Hebels folgt, verschlossen, um das Eindringen von Staub in den Umschalter zu verhüten.

Als Handgriff trägt der Hebel einen schwarzen Hartgummiknopf, in der Ruhe liegt der Hebelknopf nach hinten (in der Figur nach rechts). An den Blattfederpaaren f_1 f_2 liegen der *a*- und *b*-Draht des Abfrage- und des Verbindungsstöpsels, an den Blattfederpaaren f_3 f_4 die Zuführungen zu dem Abfragesystem über die Wecktasten.

Die Wecktaste (Fig. 364). Es sind zwei Doppeltasten zu einer Zwillingstaste zusammengebaut. In hergestellten Verbindungen kann nach Umlegen des Hebelumschalters mit dem einen der beiden Druckknöpfe *d* nach der einen, mit dem zweiten Druckknopfe nach der anderen Seite Batteriestrom gegeben werden. Der Körper der zweifachen Wecktaste besteht aus einer senkrechten Messingplatte *m*, auf welche eine wagerechte, mit zwei Durchbohrungen versehene Messingplatte *n* aufgesetzt ist. Diesen Durchbohrungen gegenüber ist die senkrechte Messingplatte u-förmig so weit ausgeschnitten, dass der kegelförmig zugespitzte Druckknopf *d* aus Hartgummi beim Niederdrücken gerade noch an die Platte anstösst. Zu beiden Seiten der senkrechten Messingplatte *m* sind an deren Enden je zwei Blattfederpaare *f* und f_1 durch Ebonitscheiben voneinander und von der Messingplatte isoliert befestigt. Die äusseren längeren Federn f_1 jedes Paares sind an dem freien Ende schleifenförmig nach innen gebogen; sie stehen in der Ruhelage mit den inneren kürzeren Federn *f* durch Platinkontakte in Verbindung. Beim Niederdrücken eines Druckknopfes greift die kegelförmige Spitze zwischen die schleifenförmigen Enden der Federn f_1, hebt den Kontakt derselben mit den Federn *f* auf und stellt dafür einen Kontakt zwischen den Federn f_1 und je einer zu beiden Seiten der Messingplatte *m* angebrachten und mit dieser durch zwei Ebonitcylinder verbundenen Messingschiene *s* her. In die schleifenförmigen Enden der Federn f_1 sind zu diesem Zwecke Platinstifte eingenietet und in die Messingschienen ihnen gegenüber Platinplättchen eingesetzt. An den

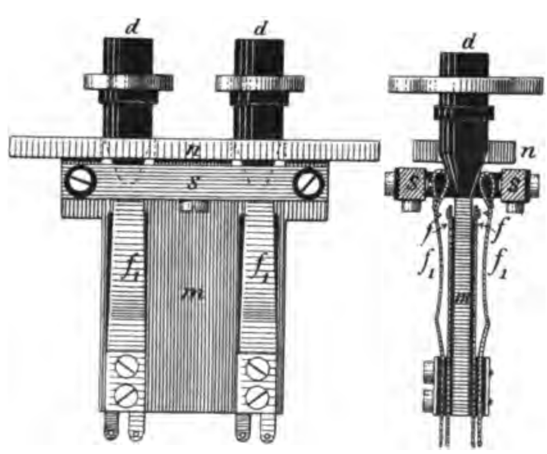


Fig. 364.

beiden Messingschienen liegen die Zuführungen der beiden Batteriepole, an den äusseren Federn f_1 die Zuführungen zum Hebelumschalter und an den inneren Federn f die Zuführungen zu der Induktionsrolle des Abfragesystems.

Verbindungsstöpsel mit Schnur und Rollgewicht. Die Stöpsel sind dreiteilig und ebenso wie die Rollgewichte im wesentlichen von derselben Konstruktion, wie die gleichen Apparatteile der Umschalter kleiner Schrankform; die Grössenabmessungen der Stöpsel sind jedoch etwas kleiner.

Die Abfragestöpsel sind mit zweiadrigen, die Verbindungsstöpsel mit dreiadrigen Lahnlitzenschnüren verbunden. Bei beiden Stöpseln liegt der a-Draht an der Stöpselspitze, der b-Draht dagegen bei dem Abfragestöpsel am hinteren cylindrischen Messingteile (Stöpselschaft) und beim Verbindungsstöpsel am mittleren cylindrischen Messingteile. Am Schafte des Verbindungsstöpsels liegt der Kontroldraht.

Die Lahnlitzenschnüre sind zur Erzielung einer grösseren Haltbarkeit der Stöpselschnur mit einer eng gewundenen Messingdrahtspirale, auf etwa 15 cm Länge vom Stöpsel ab aber mit einem Gummischlauch umgeben. Das Ganze wird durch eine doppelte Zwirnumklöppelung zusammengehalten.

Abfrageapparate. Die Abfrageeinrichtung ist die gleiche wie bei den Vielfachumschaltern kleiner Schrankform.

Betriebsweise (Fig. 365). Die beiden Drähte eines Doppelleitungsanschlusses führen von dem Umschaltegestelle nach den Verbindungsklinken des Vorschalteschrankes bez. des Ansatztisches und ersten Tischumschalters, von diesem über die Verbindungsklinken der übrigen Tische bis zum letzten Umschalter und Ansatztische und von da in dem Rückkabel zurück nach dem Tischumschalter, wo sie auf Klappe liegen, und in diesem über die Abfrageklinke zu der zugehörigen Anrufklappe. Bei Einzelleitungsanschlüssen wird der zweite Schleifendraht des Systems — der b-Draht — am Umschaltegestell an Erde gelegt.

Für Automatenleitungen werden an jedem mittleren Arbeitsplatze zwei Leitungen durch Einschaltung der Klemmen m und o in der bei der Automatenschaltung für Vielfachumschalter kleiner Schrankform angegebenen Weise hergerichtet.

Anruf von ausserhalb. — Abfrageklinke und Verbindungsklinken des Anschlusses sind nicht gestöpselt. Der auf der Doppelleitung L_2 ankommende Weckstrom durchläuft nacheinander die Klinken k_2 der sämtlichen Tischumschalter, hierauf die Abfrageklinke k_2a_2 und sodann die Rollenwindungen der Anrufklappe K_2. Die Klappe fällt.

Abfragen. — Der Abfragestöpsel AS mit zweiadriger Schnur ist in die Abfrageklinke k_2a_2 einzusetzen und der Hebelumschalter H aus der Ruhelage nach vorn (in der Figur nach links) umzulegen. Hierdurch werden, wenn der Zwillingsstöpsel der Abfrageeinrichtung MF in der Einschalteklinke E steckt, Induktionsrolle und Fernhörer über die zweifache Doppeltaste $Ta\,Tv$ eingeschaltet.

Es werde die Teilnehmerleitung L^3 verlangt.

Prüfung, ob die verlangte Leitung frei ist. — Die Spitze des Verbindungsstöpsels VS mit dreiadriger Schnur wird an die nächste Klinkenhülse der verlangten Leitung L^3 gehalten. Die Prüfung geht in derselben Weise wie bei dem Vielfachumschalter kleiner Schrankform vor sich.

Verbindung mit der verlangten Leitung. — Der Verbindungsstöpsel VS wird in die geprüfte Verbindungsklinke k_3 der Leitung L^3 gesteckt

und der Teilnehmer L^2 zum Rufen aufgefordert. Hierauf wird der Hebelumschalter *H* wieder nach rückwärts gelegt (wie in der Figur), wodurch das Abfragesystem ausgeschaltet wird, sodass nur die Schlussklappe *SK* als

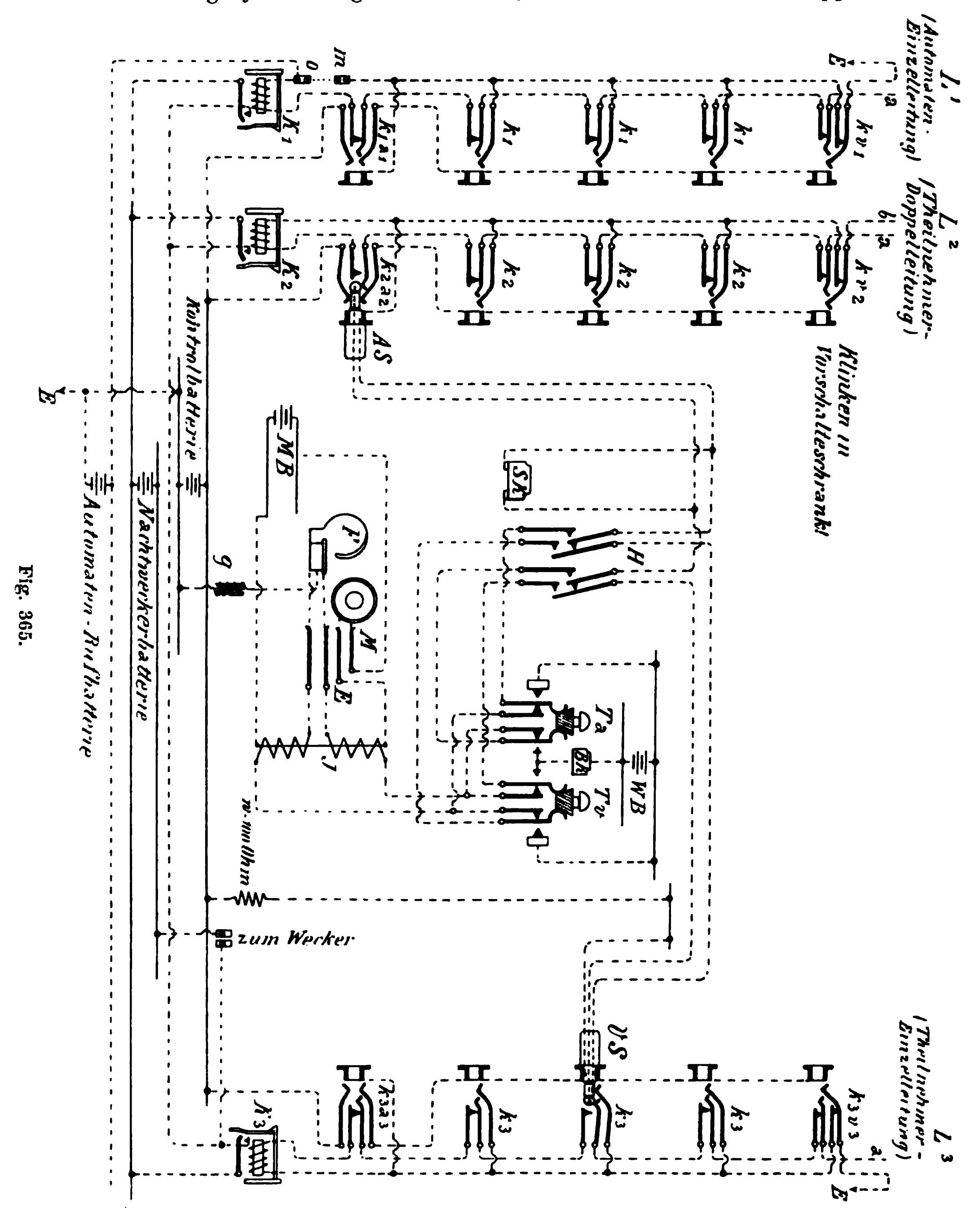


Fig. 365.

Brücke eingeschaltet bleibt. Auch beim Abfragen ist die Schlussklappe — dem Abfragesystem parallel — eingeschaltet.

W e c k e n d e s T e i l n e h m e r s. — Der Druckknopf *Ta* wird bei nach vorn gelegtem Umschaltehebel gedrückt, wenn der Strom über den Stöpsel *AS*

in die Leitung L^2 fliessen, dagegen der Druckknopf *Tv*, wenn der Strom über den Stöpsel *VS* fliessen soll. In beiden Fällen spricht die zur Prüfung des ordnungsmässigen Zustandes der Batterie dienende selbsthebende Batterieklappe *BK* an; diese geht nach dem Loslassen des Druckknopfes von selbst in die Ruhelage zurück.

Umschalter für Vororts-Verbindungsleitungen.

2. Der Umschalter für Vororts-Verbindungsleitungen. Er enthält die für beide Seiten gemeinsame Klinkentafel mit einem Aufnahmevermögen bis zu 12000 Klinken, sodann auf jeder Seite 50 Anrufklappen mit Kontaktvorrichtung zum Anschliessen eines gemeinschaftlichen Signalapparats, 50 Abfrageklinken, 45 Schlussklappen, 45 Paare Stöpsel mit Schnüren und Rollgewichten, 45 Hebelumschalter, 6 Wecktasten, 3 Klinken zum Einschalten des Kopffernhörers und Mikrophons, sowie 3 Graduatoren. Die Schaltung der Vorortsleitungen entspricht der Schaltung der Doppelleitungsanschlüsse bei den Tischumschaltern für Teilnehmerleitungen.

Umschalter für ankommende Stadt-Verbindungsleitungen.

3. Der Umschalter für ankommende Stadt-Verbindungsleitungen. Er enthält die für beide Seiten gemeinsame Klinkentafel mit einem Aufnahmevermögen bis zu 12000 Klinken, sodann auf jeder Seite 50 Klappen mit Kontaktvorrichtung zum Anschliessen eines gemeinschaftlichen Signalapparats, 45 Stöpsel mit Schnur und Rollgewicht, 45 Hebelumschalter, 6 Wecktasten, 3 Klinken zum Einschalten des Kopffernhörers und Mikrophons, 3 Graduatoren, 3 Aushülfsklinken nnd 1 Kurbelumschalter für die Platzschaltung.

Die von anderen Vermittelungsanstalten ankommenden Leitungen sind nicht durch die Klinken der anderen Umschaltetafeln, sondern unmittelbar an die Klappe geführt. Wegen der starken Belastung der Leitungen werden auf einen Arbeitsplatz nicht mehr als 15 Verbindungsleitungen gelegt. Da sonach für jede Leitung eine Stöpselschnur vorhanden ist, so können dieselben mit den Abfrageschnüren dauernd verbunden bleiben. Dadurch fällt beim Abfragen das Stöpseln der Abfrageklinke fort und es werden Abfragestöpsel und besondere Leitungsklappen entbehrlich. Die Leitung wird deshalb unmittelbar an den Hebelumschalter geführt und die Schlussklappe als Anrufklappe mitbenutzt. Die Leitungen sind also nach dem Einschnursystem geschaltet.

Betriebsweise (Fig. 366). Anruf von ausserhalb. — Der in der Leitung *La/b* ankommende Weckstrom durchläuft nur die Rollenwindungen der Anruf- und Schlussklappe *SK* und bringt diese zum Fallen.

Abfragen. — Der Hebelumschalter *H* wird nach vorn (in der Figur nach links) umgelegt. Fernhörer nebst Mikrophon sind durch Einstecken des Zwillingsstöpsels in die Einschalteklinke angeschlossen und über die Taste *Tv* in die Leitung eingeschaltet, während die Klappe *SK* in der Brücke liegt.

Verbindung mit der verlangten Leitung. — Nachdem man in gewöhnlicher Weise durch Anhalten des Stöpsels *VS* an die Klinkenhülse der verlangten Teilnehmerleitung festgestellt hat, dass sie frei ist, wird die Verbindung durch Einstecken des Stöpsels *VS* in die Klinke hergestellt. Erforderlichenfalls wird auch der verlangte Teilnehmer durch Niederdrücken der Taste *Ta* angerufen. Der Hebelumschalter wird hierauf zur Abschaltung des Abfragesystems wieder nach hinten gelegt. Die Verbindungsleitung steht dann über den Hebelumschalter und den Verbindungsstöpsel unmittelbar mit der verlangten Teilnehmerleitung in Verbindung. Die Klappe *SK* liegt als Schlussklappe in der Brücke.

Platzschaltung und Aushelfvorrichtung. — Bei dem Zweischnursystem kann von jedem Arbeitsplatz aus mit den zu diesem gehörigen Schnurpaaren an den benachbarten Arbeitsplätzen und Umschaltetafeln ausgeholfen werden, bei dem Einschnursystem der Umschalter für Verbindungsleitungen ist dies nicht möglich. Es ist deshalb hier durch eine besondere Platzschaltung und eine Aushelfvorrichtung eine Einrichtung geschaffen worden, welche nicht nur das Eingreifen an anderen Arbeitsplätzen, sondern

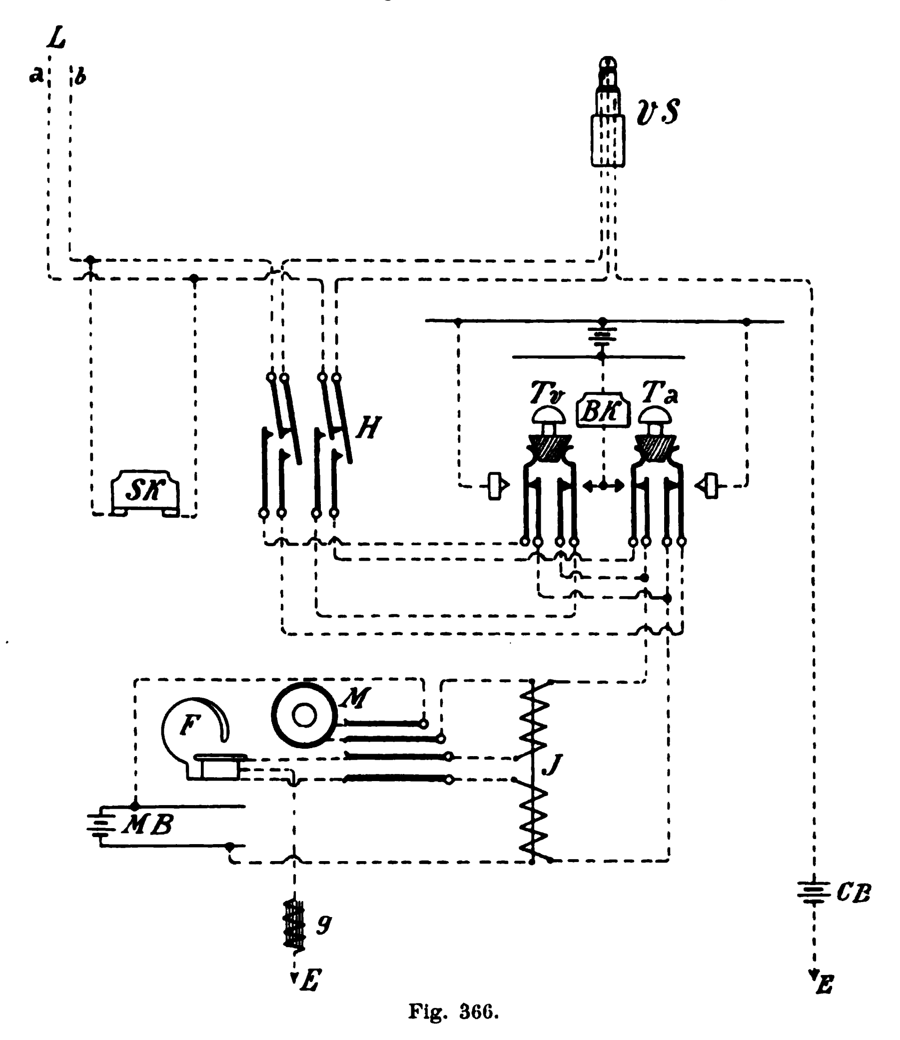


Fig. 366.

auch die Schaltung der in eine Umschaltetafel eingeführten Verbindungsleitungen auf einen, zwei oder drei Arbeitsplätze ermöglicht. Jeder Arbeitsplatz besitzt eine Aushülfsklinke zum Abfragen. Soll z. B. eine Leitung des zweiten Arbeitsplatzes am ersten Arbeitsplatz abgefragt werden, so ist ihr Stöpsel in die Aushülfsklinke des ersten Arbeitsplatzes zu stecken. Hierdurch wird die Leitung auf das Abfragesystem des ersten Arbeitsplatzes geschaltet, und die verlangte Verbindung kann also von diesem Platze aus hergestellt werden, indem der Verbindungsstöpsel aus der Aushülfsklinke herausgenommen und in die Verbindungsklinke der verlangten Leitung gesteckt wird.

Zur Prüfung, ob letztere frei ist, muss dann ein beliebiger Stöpsel des ersten Platzes benutzt werden.

Die Verteilung der Leitungen auf die verschiedenen Arbeitsplätze — die Platzschaltung — wird für jede Tischseite durch einen Kurbelumschalter bewirkt. Dieser besteht aus zwölf kreisförmig angeordneten Messingschienen, welche durch vier Kurbelfedern in dreierlei Weise verbunden werden, je nachdem die Kurbel senkrecht, nach links oder nach rechts gestellt wird. Bei der Kurbelstellung nach links sind sämtliche Zuleitungen der Umschaltetafel auf den mittelsten Arbeitsplatz gelegt, bei der senkrechten Kurbelstellung sind die Umschalterschienen so verbunden, dass sich die Leitungen des Mittelplatzes zur Hälfte auf den ersten und zur Hälfte auf den dritten Arbeitsplatz verteilen. Die Kurbelstellung nach rechts giebt die Normalschaltung der Leitungen auf die drei Arbeitsplätze einer Tischseite.

4. Der Vielfachumschalter mit Springzeichenanruf und Glühlampensignalisierung (System Siemens & Halske).

Dieser Vielfachumschalter, der in Schrankform und in Tischform hergestellt werden kann, hat ein Klinkenfeld für 14000 Klinken, von denen in der Regel 13000 für Teilnehmerleitungen und 1000 für Verbindungsleitungen bestimmt sind. Fig. 367 giebt eine Teilansicht (einen Arbeitsplatz) der tischförmigen Umschaltetafel, welche auf jeder Seite für drei Arbeitsplätze eingerichtet ist. Jeder Arbeitsplatz erhält 80—150 Teilnehmerleitungen zur Bedienung und wird hierzu mit 80—150 Rufzeichenklinken, 15 Sprechumschaltern, 15 Stöpselpaaren, 15 Schlusszeichen und einer Sprechgarnitur ausgerüstet. Das Gestell des Tisches ist wie bei den Stockschen Tischumschaltern aus Flach- und Winkeleisen zusammengesetzt und mit poliertem Nussbaumholze bekleidet. Das Podium für die Gestelle, unter welchem auch der Zwischenverteiler angeordnet ist, erfordert jedoch nur eine Höhe von 60 cm. Bei Tischen mit 14000 Klinken hat das Klinkenfeld eine Breite von 1,05 m. Besondere Vorzüge dieses Systems sind die selbstthätig in die Ruhelage zurückgehenden Rufzeichen, die automatischen, vollkommen sicher wirkenden und nicht vom Teilnehmer abhängigen Schlusszeichen, sowie die Benutzung der Vorteile, welche die Glühlampensignalisierung bietet, ohne dass hierfür besondere Relais und besondere Starkstromeinrichtungen erforderlich sind. Ferner ist die Führung der Verbindungskabel innerhalb des Tisches wesentlich praktischer als die bei den übrigen Tischumschaltern. Die Kabel werden hier an den Wänden dicht aneinander gelagert, unter den entsprechenden Klinkenstreifen senkrecht gegen die Tischfläche abgebogen und etwa 15 bis 17 cm unterhalb der Klinke aufgelöst, wie dies Fig. 368 darstellt. Um zu den einzelnen Klinken zu gelangen, braucht man also nur durch die aufgelösten Kabel zu fassen, im Gegensatz zu den anderen Einrichtungen, bei welchen die Kabel den ganzen mittleren Teil des Tisches ausfüllen und den Zugang zu den Klinken sehr erschweren.

Der Zwischenverteiler. Der Verteilerrahmen, an welchen die Kabelenden angelötet werden, besteht im wesentlichen für jeden Tisch aus mehreren kurzen Holzleisten, welche an zwei Längsleisten angebracht sind und mit diesem ein festes Gestell bilden. Zwei solcher Gestelle werden in

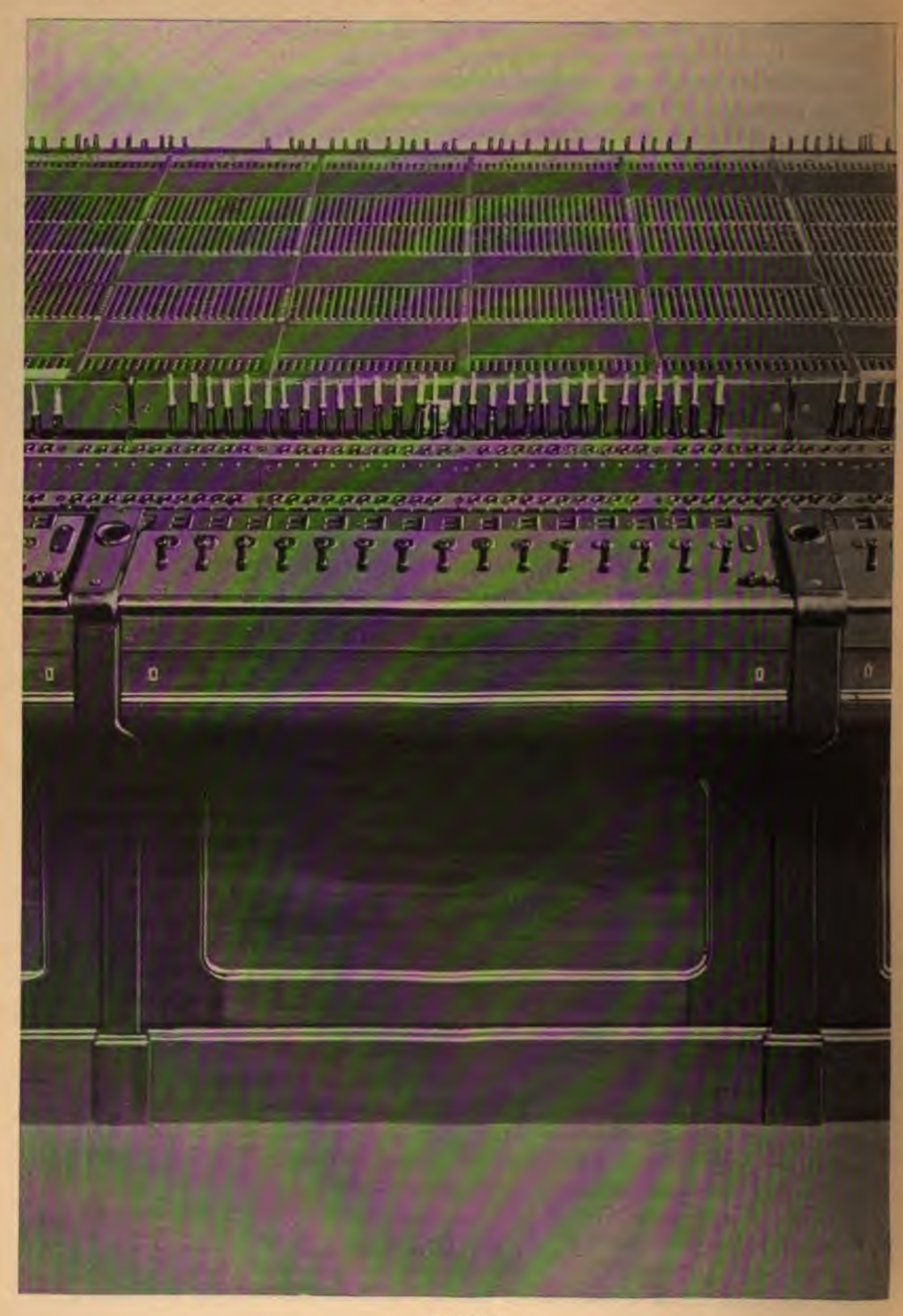


Fig. 367.



Fig. 368.



Fig. 369.

dem erforderlichen Abstande voneinander an jeder Tischseite in einiger Entfernung von demselben aufgestellt. Die an dem äusseren Rahmen angebrachten Holzleisten sind mit je 40 Stiften versehen, an welche die Enden der Kabeladern der Rückführungskabel angelötet werden. Die inneren Holzleisten enthalten 60 Stifte, an welche die Kabel, die zu den Anrufzeichen führen, angelötet sind. Der Abstand beider Rahmen ist so gross zu nehmen, dass dazwischen die Verbindungen zwischen den Teilnehmerkabeln und Anrufzeichen bequem hergestellt und vertauscht werden können.

Klinkenfeld und Vielfachklinken.

Klinkenfeld und Vielfachklinken (Fig. 369 u. 370). 20 Klinken sind in zwei Reihen zu 10 Stück in einem Klinkenstreifen untergebracht. Die Klinkenstreifen werden senkrecht zur Tischachse in das Klinkenfeld eingesetzt. Hierdurch kann der für die Befestigung der Streifen notwendige Raum für eine gut lesbare Numerierung benutzt werden.

Die Vielfachklinken (Fig. 369) sind zweiteilig und hintereinander geschaltet; eine gute Isolation derselben wird dadurch erzielt, dass die ein-

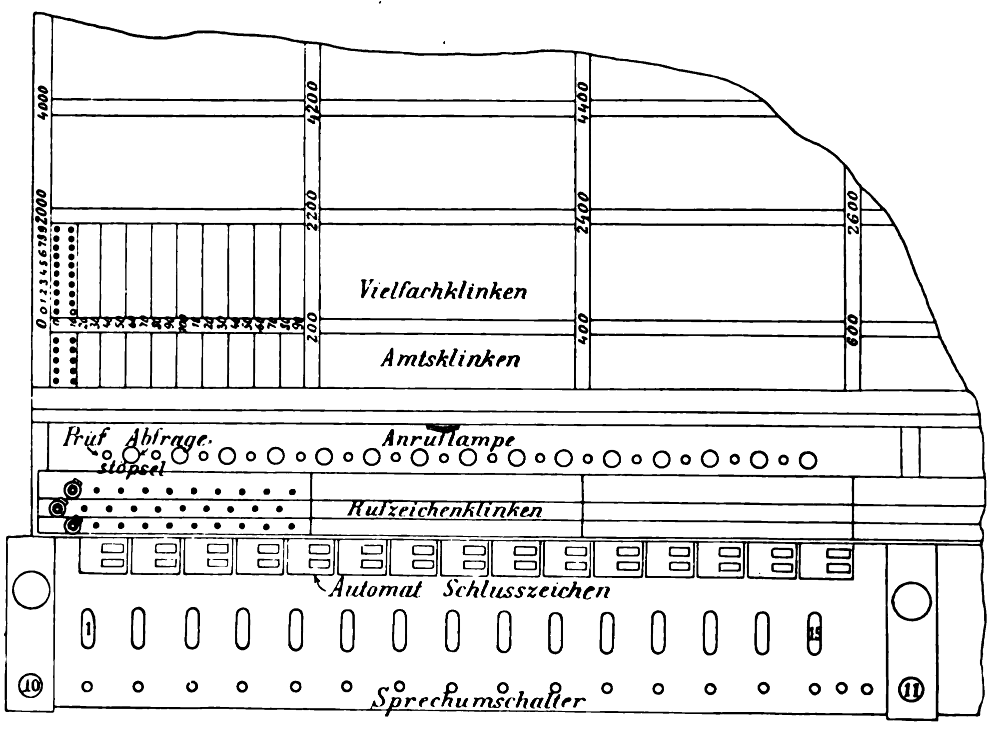
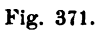


Fig. 370.

zelnen Kontaktfedern auf ein Isolationsstück, welches in entsprechende Öffnungen der Kontaktfedern passt, unverrückbar mit den erforderlichen isolierenden Zwischenlagen befestigt sind. Durch die starke Durchbiegung der längeren Feder, welche beim Stöpseln vom Kontakt abgehoben wird, entsteht im Gegensatze zu dem Auflagekontakte der übrigen Systeme ein starker Reibungskontakt, der eine Verunreinigung des Klinkenkontaktes durch Staub verhindert.

Ein besonderer Vorzug der Klinkenbefestigung ist der, dass jede Klinke einzeln mittelst eines besonderen Klinkenziehers aus dem Ebonitstreifen nach unten herausgezogen werden kann; bei den anderen Systemen muss bei einer Reparatur in der Regel der ganze Klinkenstreifen losgelötet und herausgenommen werden. Die Befestigung der Klinke im Streifen geschieht auf folgende Weise: Aus der rohrförmigen Klinkenbuchse ist durch zwei parallele Einschnitte eine Feder gebildet, die an ihrem äussersten Ende nasenförmig umgebogen ist. Die Nase passt in eine Einsenkung des Buchsenloches im Klinkenstreifen. Durch das Einschieben des Stöpsels beim Herstellen einer Verbindung füllt dieser das Loch der Buchse vollständig aus, sodass die Klinke, da die Feder nicht ausweichen kann, trotz des auftretenden Druckes nicht aus dem Streifen gestossen werden kann.




Fig. 371.

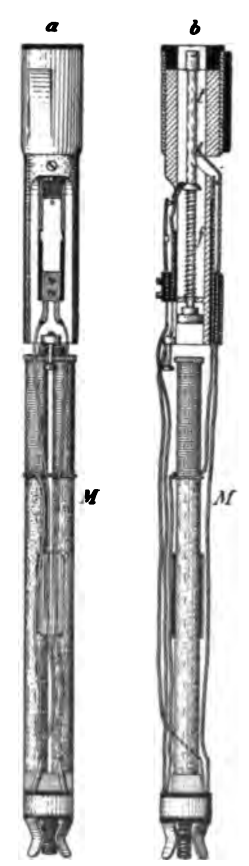


Fig. 372.

Rufzeichenklinke.

Die Rufzeichenklinke (Fig. 371 u. 372). Sie stellt eine neue, durchaus eigenartige Kombination des Anrufzeichens mit der Abfrageklinke dar. Die Klinke ist an einem Springzeichen befestigt, dessen vorspringender Stift beim Stöpseln gleichzeitig in die Ruhelage zurückgeführt wird.

Das Springzeichen besteht aus einem permanenten Hufeisenmagnet *M*, dessen Anker einen unter Federdruck stehenden Stift *t* mit weisser Kappe trägt. Der Anker wird in der Ruhestellung von den Polen des Magnets festgehalten (Fig. 372a). Die Schenkel des Magnets sind an ihren Polenden mit einer Wicklung derart versehen, dass der Magnetismus beim Durchgange des Rufstroms geschwächt wird. Der Magnet kann der vorgespannten Feder dann nicht mehr genügend Widerstand entgegensetzen und giebt den Stift frei, der hervorspringt und in der Klinkenöffnung sichtbar wird (Fig. 372b).

Beim Einstecken des mit einer entsprechenden Ausbohrung versehenen Verbindungsstöpsels in die Klinke wird der Stift heruntergedrückt und der Anker auf diese Weise automatisch in die Ruhelage zurückgeführt; in dieser wird er vom Magnet wieder angezogen.

Die Rufzeichenklinke ist in ein Messingrohr eingepasst; zur bequemen Auswechselung der Klinken sind an deren unteren Enden Federkontakte angebracht, die in einem Federschlussstreifen mit den Zuleitungen verbunden werden.

Beim Hervortreten des Springzeichens wird ferner der Stromkreis einer Glühlampe geschlossen, und zwar ist diese Glühlampe für sämtliche zu einem Arbeitsplatze gehörige Teilnehmerleitungen gemeinsam. Nachts kann an Stelle der Glühlampe ein Wecker eingeschaltet werden.

Sprech-umschalter.

Der Sprechumschalter (Fig. 373). In dem aus zwei voneinander isolierten Lagerstücken *B* und B_1 bestehenden Bocke ist der aus zwei isolierten Hälften zusammengesetzte Hebel *H* mit der Druckstange *F* und dem Druckknopf *D* drehbar eingelagert. Mit den Lagerstücken ist je eine Spitze des Abfrage- bez. Verbindungsstöpsels verbunden. Für die Bildung der drei Stellungen — Abfrage-, Mithör- und Durchsprechstellung —, welche der Hebel *H* bei einer Verbindung einzunehmen hat, dienen die in die beiden Metalleisten eingesetzten Kontakte c_1–c_6 (vgl. Stromlaufschema Fig. 379), welche

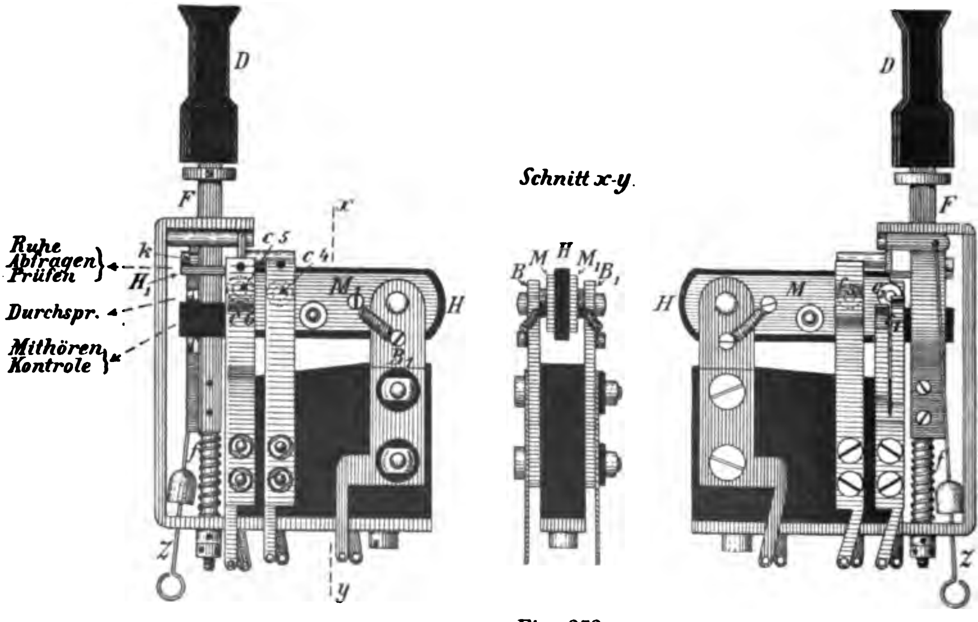


Fig. 373.

jeweils die Verbindung mit den zu beiden Seiten angeordneten Blattfedern herstellen. Die Kontakte c_1 und c_6 stehen in metallischer Verbindung mit den Metallleisten M und M_1 und den Lagerstücken B und B_1, die Kontakte c_2 und c_5, sowie c_3 und c_4 stehen je untereinander in Verbindung, greifen aber isoliert durch beide Metallleisten des Hebels H.

Um selbst bei schadhaften Schnüren ein sicheres Prüfen der Leitungen zu ermöglichen, muss die auf dem Kontakt c_6 liegende Feder in der Ruhelage bei den nicht in Benutzung befindlichen Schnurpaaren von diesem Kontaktpunkt abgehoben sein. Hierzu dient der Winkelhebel H_1, der das mit einem isolierenden Ansatze versehene Federende nach aussen drückt, wenn die an ihm befestigte Zugstange Z, welche durch eine Kette mit dem Stöpselgewichte verbunden ist, durch dieses Gewicht nach unten gezogen wird. Wird der Abfragestöpsel zum Abfragen in die Höhe genommen, das Stöpselgewicht also hochgehoben, so hört der Zug auf den Hebel H_1 auf und die betreffende Feder kann sich auf den Kontakt c_6 legen.

An der Druckstange ist ein Sperrhaken k drehbar angeschraubt, dessen nasenförmige Klinke in der Ruhelage (Abfragestellung) über dem horizontalen Arme des Winkelhebels H_1 liegt und in seiner Lage durch eine seitwärts an der Druckstange angeschraubte starke Blattfeder erhalten wird. Wird der Hebel H durch Niederdrücken des Druckknopfes in die Durchsprechstellung gebracht, so gleitet der horizontale Arm des Winkelhebels H_1 über die Nase der Sperrklinke k und ruht nunmehr auf ihr.

Durch weiteres Niederdrücken des Druckknopfes wird der Hebel H in die Mithörstellung gebracht; hört der Druck auf, so geht der Hebel infolge des Rückschnellens der Spiralfeder f wieder in die Durchsprechstellung zurück.

Durch Hochziehen des Druckknopfes kann der Sprechumschalter aus der Durchsprechstellung in die Ruhelage zurückgebracht werden. Es geschieht dies auch selbstthätig, wenn nach Aufhebung einer Verbindung der Abfragestöpsel zurückgesetzt wird; Kette und Gewicht ziehen dann die Zugstange nach unten und hierdurch den horizontalen Arm des Winkelhebels H_1 nach aussen. Der Arm giebt infolgedessen die Sperrklinke frei, und der Hebel H wird durch die Spannung der Spiralfeder f in seine Ruhelage zurückgebracht.

In dem Stromlaufschema (Fig. 379) ist der Sprechstellenumschalter zur Erzielung einer übersichtlicheren Schaltungsskizze in drei Kurbelumschalter zerlegt.

Stöpsel mit Schnur.

S t ö p s e l m i t S c h n u r. Die Stöpsel sind zweiteilig; Spitze und Hals, an welchen die Zuleitungsschnüre liegen, sind voneinander isoliert. Das im Stöpselinnern befindliche Schnurende ist abgebunden und setzt sich auf einen Ansatz des aus Messingrohr hergestellten, aussen mit einer isolierenden Hülle versehenen Stöpselgriffes fest. Hierdurch wird der Zug des Stöpselgewichts unschädlich gemacht. An den Austrittsstellen der Stöpselschnur aus dem Griffe wird sie durch einen Lederbezug geschützt, der nur eine Biegung mit grösserem Krümmungsradius zulässt. Der 25 mm lange Lederbezug wird durch eine Klemmvorrichtung gegen die Schnur gepresst; diese Vorrichtung dient gleichzeitig als Auflager in der Ruhelage. Das Auflager ist in einem längeren Rohre untergebracht, durch welches die Schnur geführt ist. Fig. 374 veranschaulicht den mit einer hohlen Spitze versehenen Abfragestöpsel, Fig. 375 den mit massiver Spitze versehenen Verbindungsstöpsel.

Schlusszeichengalvanoskop.

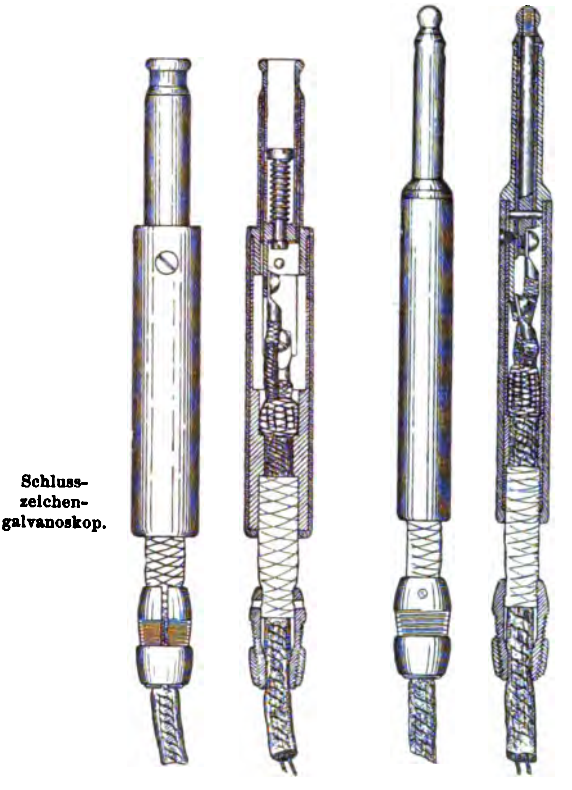
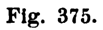



Fig. 374. Fig. 375.

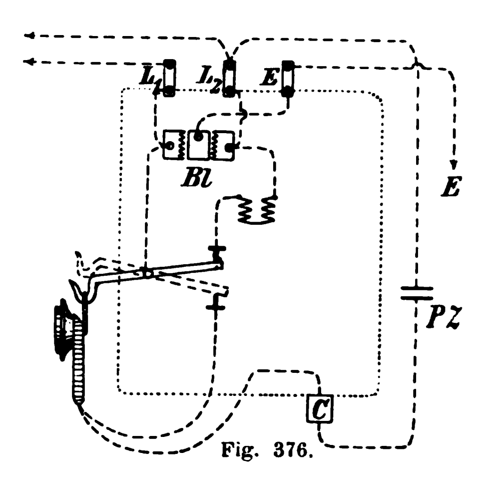


Fig. 376.

Automatisches Schlusszeichengalvanoskop (Fig. 376, 377 u. 378). Es wird lediglich durch Anhängen des Fernhörers des anrufenden Teilnehmers bethätigt; der Rufstrom beeinflusst es nicht. Es ist ein empfindliches Galvanoskop, dessen Zeiger zu einer roten Metallscheibe ausgebildet ist; das Galvanoskop ist unmittelbar hinter jedem Sprechumschalter eingebaut. Seine Wirkung beruht auf der Verriegelung eines Batteriestroms durch Polarisationszellen.

Polarisationszellen.

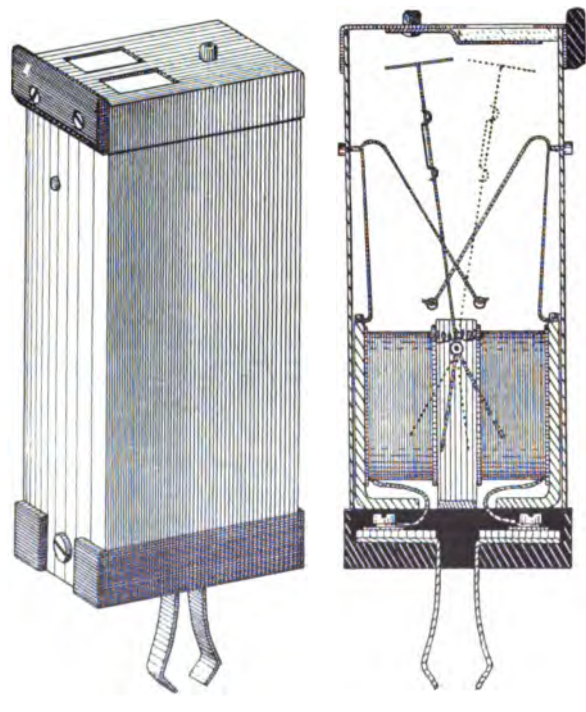


Fig. 377. Fig. 378.

Polarisationszellen. Sie bestehen hier aus zwei Platinelektroden, welche in einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten kleinen Glasgefäss eingeschmolzen sind. Durch Einschaltung von Polarisationszellen in entsprechender Anzahl ist man imstande, die vorhandene Spannung einer Batterie durch das auftretende Gegenpotential vollständig aufzuheben. Eine Zelle hält einer Spannung von etwa 1,8 Volt Gleichstrom das Gleichgewicht. Wechselströme, also auch Sprech- und Rufströme, können die Zelle ungehindert passieren.

Zur Bethätigung des Schlusszeichengalvanoskops genügt

ein Gleichstrom von 2 Volt Spannung, welchen eine auf dem Vermittelungsamt aufgestellte Batterie liefert. Man kann also durch Einschaltung einer Zelle an Stelle des Kontrolelements beim Teilnehmer den Batteriestrom für das Schlusszeichen verriegeln, so lange der Fernhörer abgehängt ist. Wird die Zelle durch Anhängen des Fernhörers ausgeschaltet, so wird die Gegenspannung weggenommen; der Batteriestrom des Amtes kann also nun das Schlusszeichen auslösen. Fig. 376 giebt das Schema für die Schaltung einer Teilnehmerstelle mit Polarisationsbatterie. Die Schlusszeichenbatterie des Vermittelungsamtes ist für alle Leitungen (Stöpsel) gemeinschaftlich; der Schlusszeichenapparat selbst wirkt vollkommen sicher. Die Polarisationszellen bedürfen keiner Pflege.

Sprechgarnitur.

Sprechgarnitur. Sie besteht aus Brustmikrophon und Kopffernhörer von der allgemein gebräuchlichen Form.

Betriebsweise.

Das Schaltungsschema (Fig. 379) zeigt vier Teilnehmeranschlüsse, von denen I und II als Einfachleitung, III und IV als Doppelleitung ausgeführt sind. Die Klinken fa^1 u. s. w. sind Klinken mit doppelten Unterbrechungskontakten für Vorschalteschränke.

Anrufstromkreis. Der Teilnehmer I ruft in der üblichen Weise durch Drehen der Induktorkurbel seines Sprechgehäuses das Vermittelungsamt an. Der Weckstrom passiert folgenden Weg: Leitung l_1 — Klinkenfedern a_1 — Zwischenverteiler Z — Anschlussdose f_1 — Kontakt d_1 der Rufzeichenklinke — Wicklungen e des Rufzeichenmagnets — Anschlussdose f_1 — Erde.

Durch diesen Strom wird der Magnetismus des Rufzeichenelektromagnets geschwächt und infolgedessen das Rufzeichen ausgelöst und sichtbar. Gleichzeitig wird der Lampenkontakt l_1 geschlossen, wodurch die Anruflampe AL bethätigt wird.

Abfragestromkreis. Der hohle Abfragestöpsel AS wird in die Rufzeichenklinke gesteckt; hierdurch wird der Kopffernhörer F in die Leitung eingeschaltet und der Anker des Rufzeichens wieder gegen den Magnet gedrückt, die Anruflampe also ausgeschaltet.

Stromlauf: Teilnehmerstelle I — Leitung l_1 — Vielfachklinken a_1 — Zwischenverteiler Z — Anschlussdose f_1 — Rufzeichenfeder d_1 — Spitze des Abfragestöpsels AS — Stöpselschnur — Polarisationszelle PZ — Kontaktfeder U_1 des Sprechumschalters A — Umschalterkontakt c_1 — Ruftaste R_2 — Spule s_1 des Kopffernhörers — Ruftaste R_3 — Umschalterkontakt c_4 — Kontaktfeder U_2 — Stöpselhals S — Buchse der Rufzeichenklinke — Anschlussdose f_1 — Zwischenverteiler Z — Buchsenleitung b_1 der Vielfachklinken — induktionsfreier Widerstand w_1 — Erde.

Prüfstromkreis. Bevor die verlangte Verbindung hergestellt wird, wird die Leitung in der üblichen Weise durch Berührung der Buchsenleitung mit der Spitze des Prüfstöpsels auf Besetztsein geprüft. Wenn z. B. Leitung III gewünscht wird und schon durch den Sprechumschalter B besetzt ist, so geht der das Knacken im Fernhörer verursachende Strom wie folgt: Prüfbatterie B_2 — Graduator g des Umschalters B — Hals des eingesteckten Verbindungsstöpsels VS — Buchsenleitung b_3 — Buchse, an der geprüft

wird, — Spitze des Prüfstöpsels *VS* vom Umschalter *A* — Kontaktfeder U_3 — Umschalterkontakt c_6 — Ruftaste R_1 — Prüfspule s_2 des Kopffernhörers — Erde.

Sprechstromkreis. Ist die verlangte Leitung frei, so wird der Verbindungsstöpsel *VS* in die Vielfachklinke eingesteckt und der Sprechumschalter in die Durchsprechstellung niedergedrückt, wodurch die Kontaktfedern U_1 auf c_2 (punktierte Stellung), U_3 auf c_5 und U_2 auf c_3 geschaltet werden.

Stromlauf: Teilnehmerleitung l_1 — Vielfachklinken a_1 — Zwischenverteiler *Z* — Anschlussdose f_1 — Rufzeichenfeder d_1 — Stöpselspitze *AS*

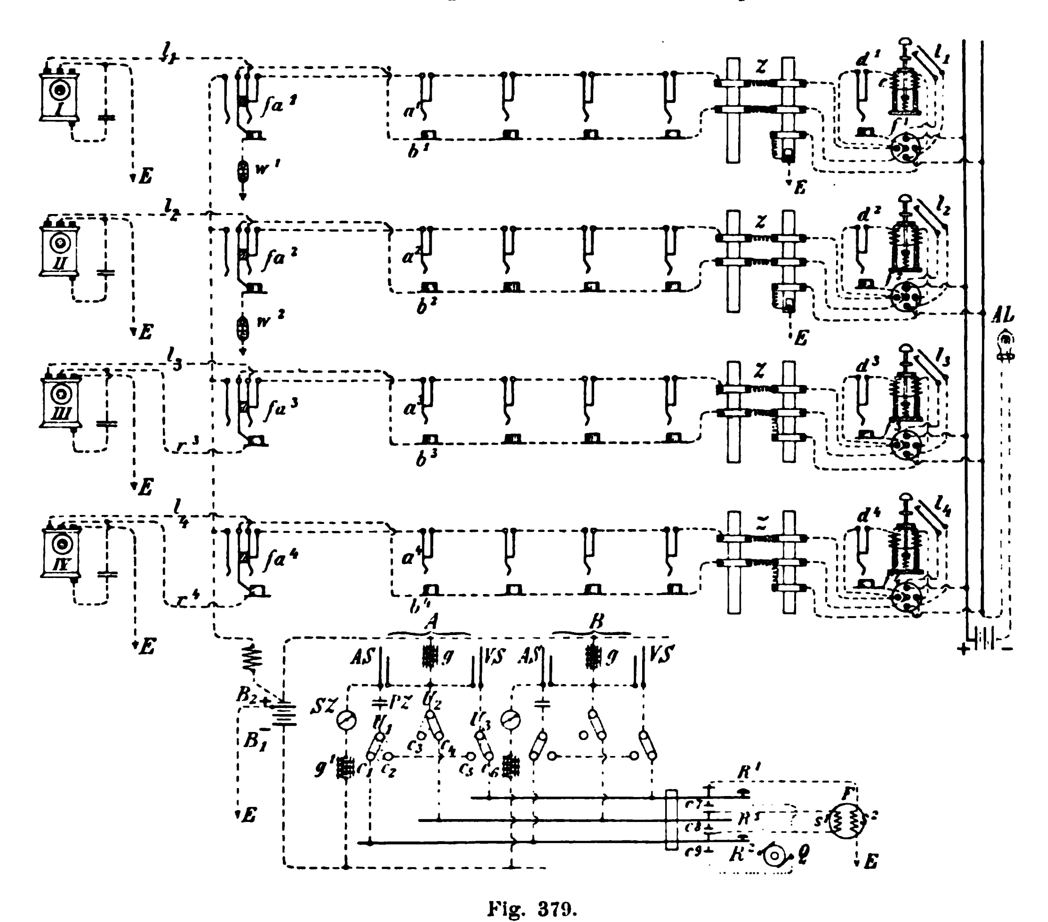


Fig. 379.

von *A* — Schnurleitung, Polarisationszelle *PZ* — Umschalterfeder U_1 — Umschalterkontakte c_2 und c_5 — Umschalterfeder U_3 — Stöpselspitze *VS* — gestöpselte Vielfachklinke a_3 der Teilnehmerleitung III — Leitung l_3 — Teilnehmerstelle III — Rückleitung r_3 — Buchse b_3 — Stöpselhals von *VS* und *AS* — Buchse b_1 — induktionsfreier Widerstand w^1 — Erde.

Gesprächskontrole. Der Sprechumschalter wird bis in die Mithörstellung niedergedrückt; hierdurch wird die Umschalterfeder U_2 mit dem Kontakte c_4 und die Feder U_1 gleichzeitig mit den Kontakten c_2 und c_1 (punktierte Mittelstellung) verbunden. Der Fernhörer der kontrolierenden Beamtin wird hierdurch zwischen die Verbindungsleitungen der Spitzen und

Hälse des Stöpselpaares geschaltet, ohne dass die Sprechverbindung der Teilnehmer unterbrochen wird. Die betreffende Feder des Sprechumschalters ist zu diesem Zwecke in der Mitte der Längsrichtung nach bis zur Befestigung durchgeschnitten; die längere Federhälfte legt sich in der Mithörstellung auf den Kontakt c_1, die kürzere auf den Kontakt c_2. Beim Loslassen des Sprechumschalterdruckknopfes geht der Umschalter selbstthätig in die Durchsprechstellung zurück.

Schlusszeichenstromkreis. Durch das Einstecken des Abfragestöpsels in die Rufzeichenklinke wird das Schlusszeichengalvanoskop *SZ* und die Batterie B_1 in Nebenschluss zum Sprechstromkreise geschaltet. Der Batteriestrom ist jedoch durch die im Teilnehmerapparat befindlichen Polarisationzellen verriegelt, wenn der Hörapparat vom Hakenumschalter abgenommen ist (vgl. Fig. 376); das Galvanoskop kann somit keinen Ausschlag geben.

Wird nach beendetem Gespräche der Teilnehmerfernsprecher an den Hakenumschalter gehängt, so werden die Polarisationszellen der Teilnehmerstelle ausgeschaltet und der Schlusszeichenstromkreis wird nunmehr geschlossen.

Stromlauf: Batterie B_1 — Graduator g^1 — Schlusszeichengalvanoskop *SZ* — Stöpselspitze *AS* — Rufzeichenfeder d_1 — Anschlussdose f_1 — Zwischenverteiler *Z* — Klinken a_1 — Leitung l_1 — Teilnehmerstelle I — Erde.

Hat der betreffende Teilnehmer Doppelleitung, z. B. III, so geht der Strom von B_1, B_2 über *g*, Stöpselhals *AS*, Buchse b_3, Rückleitung r_3, Teilnehmerstelle III, Leitung l_3, Klinken a_3, Zwischenverteiler *Z*, Anschlussdose f_3, Rufzeichenfeder d_3, Stöpselspitze *AS*, Schlusszeichen *SZ* und den Graduator g_1 zur Batterie B_1 zurück. Ein ähnlicher Stromweg würde über den Verbindungsstöpsel *VS* gebildet werden, der das Galvanoskop bethätigen würde, wenn der an den Verbindungsstöpsel angeschlossene Teilnehmer seinen Fernhörer angehängt hat. Um dies zu verhindern, sind zwischen die Spitze von *AS* und die Umschalterfeder U_1 ebenfalls Polarisationszellen *PZ* eingeschaltet.

Anruf vom Vermittelungsamte. Auf jedem Arbeitsplatze ist eine doppelte Ruftaste angebracht; die eine Taste R_1 dient für den Anruf des gewünschten Teilnehmers, die andere R_2 für den Rückruf in die Leitung des die Verbindung verlangenden Teilnehmers; die Zwischentaste R_3 geht bei dem Niederdrücken einer der Tasten R_1 und R_2 selbstthätig mit.

Der Sprechumschalter ist vor Gebrauch der Ruftasten in die Ruhelage zurückzuführen.

Stromlauf für den Anruf mit R_1: Rufstromquelle *Q* — Kontakt c_7 — Taste R_1 — Kontakt c_6 — Feder U_3 — Spitze *VS* — Teilnehmerleitung — Stöpselhals *VS* — Feder U_2 — Kontakt c_4 — Kontakt c_8 — Ruftaste R_3 — Rufmotor zurück.

Stromlauf für den Anruf mit der Rückruftaste R_2: Rufmotor *Q* — Kontakt c_9 — Kontakt c_1 — Feder U_1 — Polarisationszelle *PZ* — Spitze von *AS* — Teilnehmerleitung — Stöpselhals *AS* — Feder U_2 — Kontakt c_4 — Kontakt c_8 — Ruftaste R_3 — Rufmotor zurück.

5. Der Vielfachumschalter mit Glühlampensignalisierung

(System der Western Electric Company).

Vielfachumschalter mit Glühlampensignalisierung werden in Deutschland nach dem System der Western Electric Company von der Firma Telephon-

apparatfabrik PETSCH, ZWIETUSCH & CIE. vorm. FR. WELLES in Berlin gebaut. Von der genannten Firma ist auch die Münchener Fernsprechcentrale II im Jahre 1899 mit schrankförmigen Umschaltern dieses Systems ausgerüstet worden.

Bei Ausführung der für die beiden neuen Fernsprechcentralen in Wien zur Verwendung gekommenen Vielfachumschalter desselben Systems durch die Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabrik, CZEIJA, NISSL & CIE. in Wien hat die vorgenannte Berliner Firma ebenfalls in umfangreichem Maasse mitgewirkt. Die Umschalter für die Teilnehmer- und Stadtverbindungsleitungen haben hier die Tischform erhalten, die bei Anwendung der Glühlampensignalisierung für eine übersichtliche und handliche Bedienung wesentlich vorteilhafter ausgestattet werden kann, als bei Benutzung von Klappen oder sonstigen elektromagnetischen Anrufzeichen.

Sowohl in München wie in Wien wickelt sich trotz der zahlreichen Relais, die nicht unmittelbar in die Schrank- oder Tischumschalter eingebaut, sondern anderweit an passender Stelle untergebracht sind, der Glühlampenbetrieb an den neuen Vielfachumschaltern durchaus glatt ab, man ist in beiden Orten nach den amtlichen Auslassungen des k. k. Handelsministeriums in Wien*) und der Generaldirektion der königl. Bayerischen Posten und Telegraphen**) mit dem System recht zufrieden.

Es gelangen zur Herstellung:

1. Vielfachumschalter in Schrankform oder Tischform für Teilnehmerleitungen;
2. Vielfachumschalter in Schrankform oder Tischform für ankommende Stadtverbindungsleitungen.

Die Umschalter für Teilnehmerleitungen sind nach dem Zweischnursystem, die für Stadtverbindungsleitungen und die Fernvermittelungsschränke dagegen nach dem Einschnursystem gebaut.

a) Der Umschalter in Schrankform für Teilnehmerleitungen.

Für jeden Schrank (Fig. 380) sind drei Arbeitsplätze mit je 100 Anschlussleitungen vorhanden. Bei den Teilnehmerschränken für Anschlüsse gegen Einzelgebühren sind 150 Leitungen für jeden Arbeitsplatz vorgesehen. Die Klinkentafel kann 10 800 Vielfachklinken aufnehmen, und zwar sind die Klinken über 9 vertikale Felder verteilt.

Unter den Vielfachklinken befindet sich an jedem zweiten Arbeitsplatze je eine Einzelklinke und eine Signallampe für eine Sprechleitung nach dem Fernamte. Hierauf folgen die Klinken für die abgehenden Stadtverbindungsleitungen. Im untersten Teile der Klinkentafel sind die in Streifen zu zehn Stück angeordneten Anruflampen mit den zugehörigen Abfrageklinken untergebracht.

---

*) Beschreibung der k. k. Telephoncentralen in Wien. Herausgegeben vom k. k Handelsministerium, Wien 1899.

**) Die neuen Münchener Telephoncentraleinrichtungen mit Glühlampensignalisierung (Mitteilung aus dem Technischen Bureau der Generaldirektion der kgl. bayer. Posten und Telegraphen). Elektrotechn. Zeitschrift 1900. Heft 34—36.

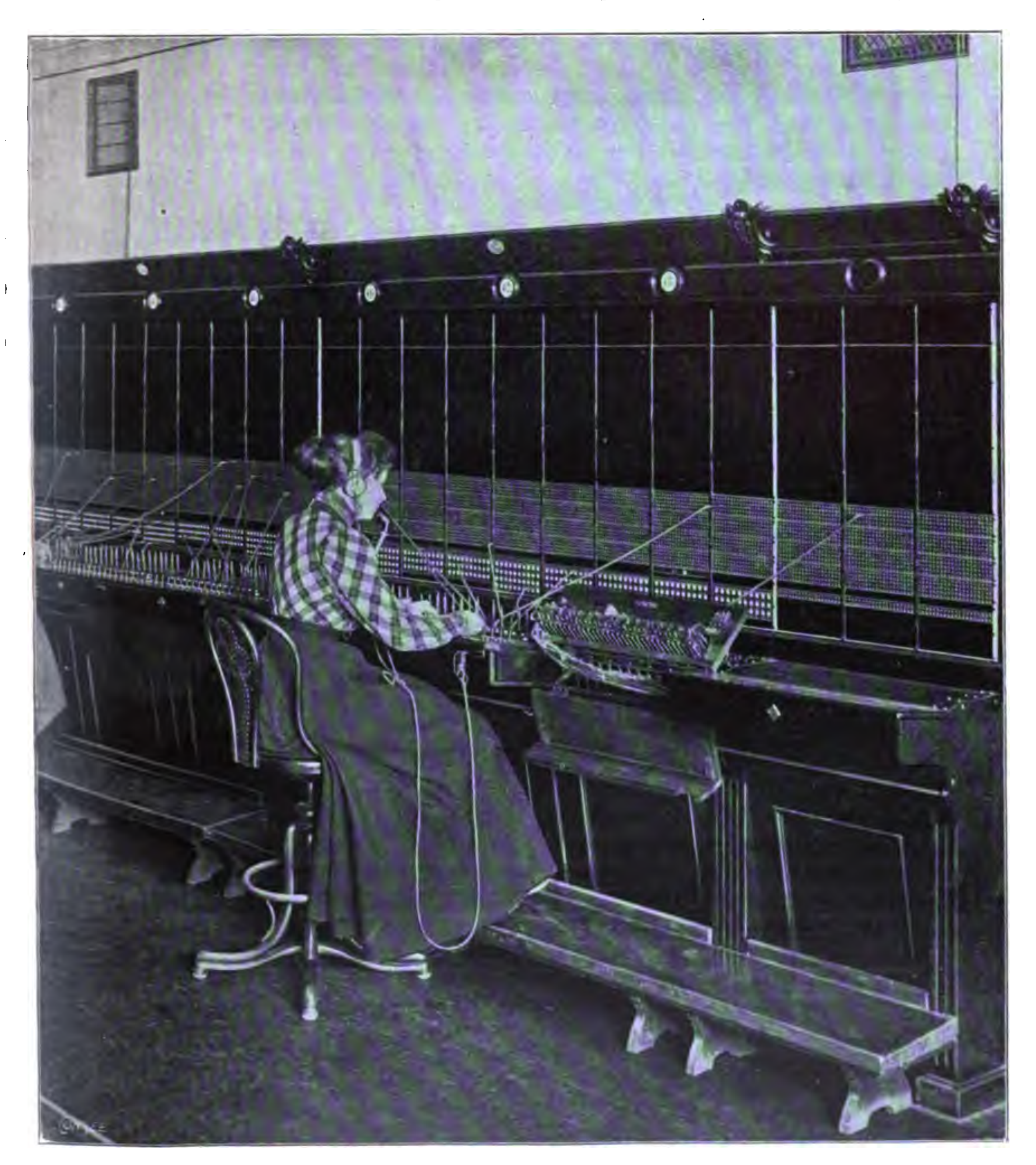


Fig. 380.

Die Ausrüstung des Tastenbretts umfasst für jeden Arbeitsplatz 15 Verbindungssysteme, bestehend aus zwei Stöpseln mit Schnur und Rollgewicht, eine kombinierte Sprech- und Ruftaste (Kipptaste), sowie eine Schlusszeichenlampe; ferner eine Rückruftaste, eine Liniensignalkontrollampe, eine Rufstromkontrollampe und endlich fünf Sprechleitungslampen und Tasten zum Verkehr in den Sprechleitungen. Unterhalb des Tastenbretts ist für jeden

Arbeitsplatz eine Drillingsklinke zum Einschalten der Sprechgarnitur angebracht.

Klinken.

Die Klinken. — Die Vielfachklinken und Abfrageklinken bestehen aus zwei Neusilberfedern und einem Messingring; die Federn sind so angeordnet, dass sie den Stöpsel von zwei Seiten fassen.

Fig. 381 zeigt einen Klinkenstreifen aus Hartgummi mit 20 Vielfachklinken.

Die Abfrageklinken sind wie die Vielfachklinken in einen Ebonitstreifen eingesetzt; nur stehen sie weiter auseinander und sind derart verteilt, dass

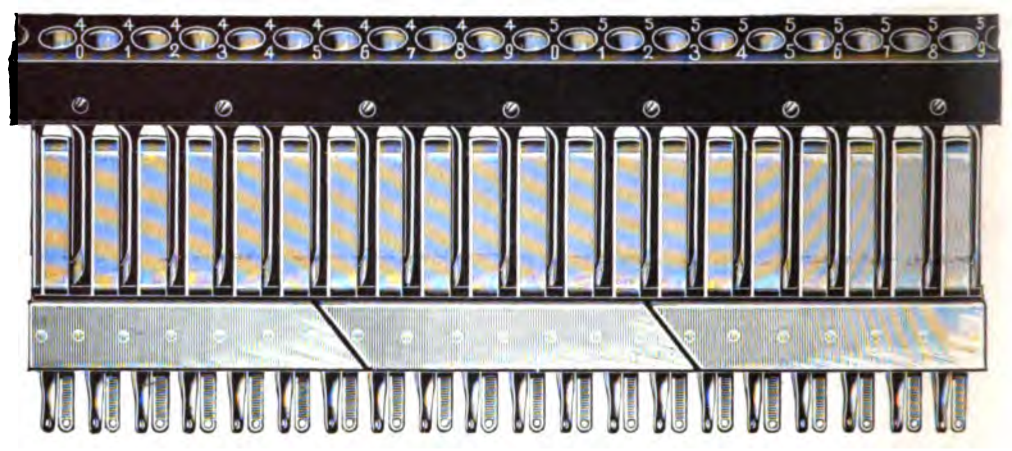


Fig. 381.

jede Klinkenhülse sich unmittelbar unter der zugehörigen Anruflampe befindet. Die Klinken sind parallel geschaltet und stehen für gewöhnlich nicht unter Spannung; sie erhalten erst durch Stöpselung Verbindung mit der Stromquelle. Alle Unterbrechungskontakte, die etwa durch Verstaubung Störungen verursachen könnten, fallen also hier weg. Ferner bleibt die Schleife im elektrischen Gleichgewicht und es lassen sich Erweiterungen der Anlage bedeutend einfacher und ohne Betriebsstörungen vornehmen, da die hinzutretenden Klinken u. s. w. nur abgezweigt und nicht in Reihen geschaltet zu werden brauchen.

Die Vielfachklinkenstreifen sind durch 63-aderige Baumwollseidenkabel miteinander verbunden.

Die Glühlampen.

Anruflampen.

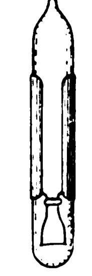


Fig. 382.

Die Anruflampen (Fig. 382) werden zu je 10 Stück in die zwischen den Abfrageklinkenstreifen angebrachten Lampenstreifen aus Ebonit eingeschoben. Die Ebonitplatte ist mit 10 runden Bohrungen und in deren Verlängerungen mit entsprechenden Ausschnitten versehen, an welchen beiderseits je eine in eine Lötöse auslaufende Kontaktfeder angeschraubt ist. In eine solche Bohrung wird ein kleines röhrenförmiges Glühlämpchen für vier Volt Spannung und 0,3 Ampere Stromstärke soweit eingeschoben, dass die auf der Glasröhre aufgekitteten Kupferstreifen, an welchen die Enden des Glüh-

fadens befestigt sind, mit den Kontaktfedern der Lampenklinken Verbindung erhalten. Die Bohrung für die Glühlampe wird zur Abblendung oder auch zur besonderen Kennzeichnung der Leitungen durch eine Messinghülse mit nach Bedarf gefärbtem Opalglas abgeschlossen. Zur Herausnahme der Hülse und des Glühlämpchens dienen besonders konstruierte leichte Zangen.

Schlusszeichenlampen.

Die Schlusszeichenlampen (Fig. 383) sind von derselben Konstruktion wie die Anruflampen; sie sind jedoch einzeln im Tastenbrett angeordnet. Zur Befestigung dient eine Metallhülse, die mit zwei Bügeln am Tastenbrett angeschraubt ist. Die Metallhülse enthält zwei isolierte Federn, zwischen welche die Glühlampe eingeschoben wird.

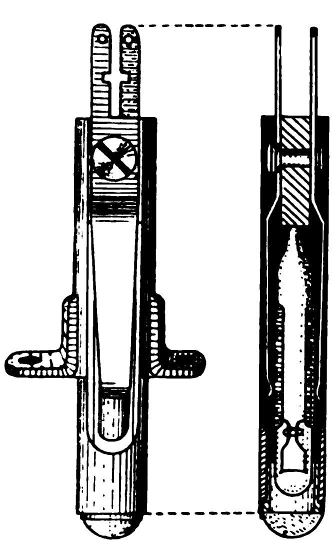


Fig. 383.

Kontrollampen.

Die Kontrollampen (Fig. 384) haben die gleiche Einrichtung wie die Anruflampen und sind wie die Schlusszeichenlampen einzeln angeordnet und befestigt. Sie sind etwas grösser als die Anruflampen und erfordern 0,5 Ampere bei 4 Volt.

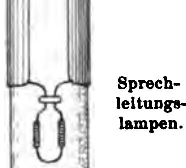


Fig. 384.

Sprechleitungslampen.

Die Sprechleitungslampen für den Dienstverkehr sind zu fünf Stück in ähnlicher Weise wie die Ruflampen auf einem Streifen montiert. Die Lampen sind zu 10 Stück hintereinandergeschaltet; jede Lampe besitzt einen Nebenschluss, damit beim Durchbrennen des Kohlenfadens einer Lampe nicht das Verlöschen aller übrigen Lampen derselben Reihe eintritt. Als Sprechleitungslampen kommen 4- oder 24-voltige Glühlampen zur Verwendung.

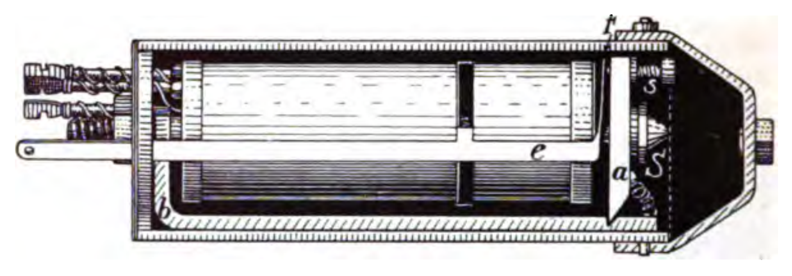
Die Relais. Die Glühlampen werden durch Relais von einfacher Konstruktion bethätigt. Sämtliche Relais werden auf besonderen, von den Umschaltern getrennten eisernen Gestellen untergebracht.

Anrufrelais.

Das Anrufrelais (Fig. 385). — Es besteht aus einem Elektromagnet mit zwei durch eine Fiberplatte voneinander getrennten Wicklungen. Die Hauptwicklung mit 500 Ohm Widerstand ist in die Anschlussleitung des Teilnehmers eingeschaltet; die zweite kürzere Wicklung von 20 Ohm Widerstand wird in den Lampenstromkreis eingeschaltet, wenn der Rufstrom den Relaisanker anzieht. Sie hält den Anker fest, bis der Anruf beachtet worden ist; man nennt sie deshalb Haltewicklung.

An dem Elektromagnetkern des Relais ist ein Eisenbügel *b* angeschraubt, der in einer dreieckigen Einkerbung den Eisenanker *a* trägt. Der Anker ist um seine in der Einkerbung liegende scharfe Schneide drehbar; seine Bewegung wird durch die Kontaktschraube *s* und die auf dem Gewindebolzen *S* sitzende Mutter begrenzt. An der die Haltewicklung abschliessenden Ebonitscheibe ist eine Messinglamelle *e* befestigt, welche die mit einem Platinkontakte versehene Feder *f* trägt und sich in der Richtung des Elektromagnets fortsetzt; sie ist einerseits mit einem Drahte der Haltewicklung verlötet, andererseits trägt sie eine Lötöse zur Aufnahme des nach der Anruflampe führenden Verbindungsdrahts. Das Auflager des Ankers ist zur Verhütung von Übergangswiderständen durch eine kleine Drahtspirale überbrückt.

Das Relais ist staub- und feuersicher in ein Messinggehäuse eingeschlossen, dessen mittelst Bayonettverschlusses aufgesetzte Kappe sich leicht abnehmen lässt, wenn dies für die Regulierung notwendig wird. Der magnetische Widerstand des Relais ist sehr gering gemacht; es ist daher ausserordentlich empfindlich.



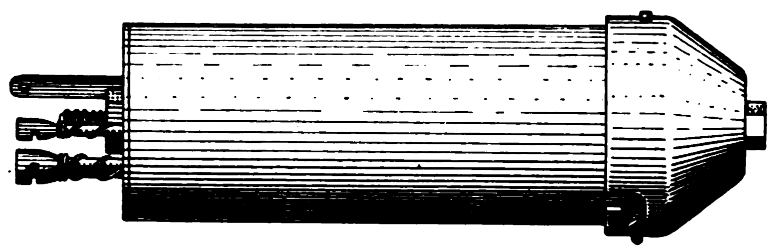


Fig. 385.

Trennrelais.

Das Trennrelais (Fig. 386). — Zu jedem Anrufrelais gehört ein Trennrelais, welches dazu dient, die Hauptwicklung des Anrufrelais abzuschalten und den Stromkreis der Haltewicklung zu unterbrechen, sobald ein Stöpsel in die Abfrageklinke der Leitung eingesteckt wird.

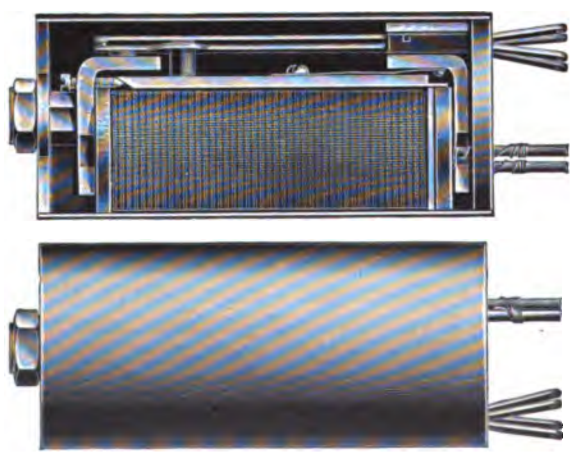


Fig. 386.

An dem stabförmigen Elektromagnetkerne des Relais sind zwei winkelförmige Polschuhe angeschraubt. An dem einen Polschuhe ist federnd der eiserne Relaisanker befestigt, der durch ein Ebonitstück, auf welches zwei Kontaktfedern wirken, niedergehalten wird. Sobald ein Strom die Relaiswicklung von etwa 20 Ohm Widerstand durchfliesst, wird der Relaisanker von dem freien Polschuh angezogen. Hierdurch werden die angeführten beiden Kontaktfedern von zwei unter ihnen angeordneten gleichartigen Federn abgehoben; die Kontakte werden geöffnet und damit die Stromkreise des Anrufrelais und des Kontrolrelais unterbrochen.

Schlusszeichenrelais.

Das Schlusszeichenrelais. — Es ist in eine Kupferhülse eingeschlossen; durch diese sollen die Kraftlinienströmungen, die das Mitsprechen in den benachbarten Leitungen verursachen, verhindert werden. Der Elektromagnet des Relais ist topfförmig; im übrigen entspricht seine Konstruktion derjenigen des Anrufrelais.

Die übrigen Relais: Kontrol-, Anmelde-, Ruf-, Nachtweckerrelais u. s. w. unterscheiden sich von dem Anrufrelais in der Bauart im wesentlichen nur durch die Art der Wicklung.

Kipptaste.

Die kombinierte Sprech- und Ruftaste (Kipptaste) (Fig. 387, 388 u. 389). — Sie besteht aus einem zweiarmigen Hebel, der unter einer Messingplatte so gelagert ist, dass nur sein Ebonitgriff und ein Teil der Metallscheibe s hervorragt. Diametral zum Griffe ist an der Scheibe ein abgerundeter Ebonitknopf befestigt, dessen äusserste Stellungen durch die Scheibenansätze a_1 und a_2 begrenzt werden. Bei der Durchsprechstellung befindet sich der Knopf in der Ruhelage zwischen den Sprech- und Ruftastefedern und er be-

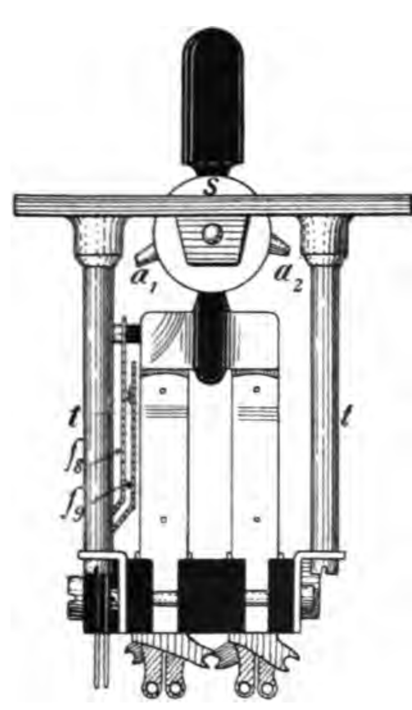


Fig. 387.

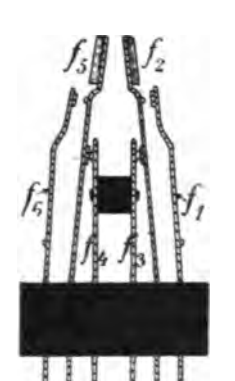


Fig. 388.

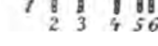


Fig. 389.

wegt diese oder jene, je nachdem er nach hinten oder nach vorn in die Sprechstellung oder in die Rufstellung gedrückt wird.

Die Federn sind zwischen drei Ebonitstücke gelagert, die an den Metallsäulen t der Deckplatte befestigt sind. Die Anordnung der Ruftastefedern wird durch Fig. 388 veranschaulicht. Sobald der Knopf des Druckhebels die längeren Federn f_2 und f_5 auseinanderdrückt, wird der Kontakt derselben mit den durch einen Ebonitsteg verbundenen beiden kurzen Federn f_3 und f_4 unterbrochen und dafür der Kontakt mit den äusseren Federn f_1 und f_6 hergestellt. Beim Loslassen des Hebels schnappt er von selbst in die Durchsprechstellung zurück.

Die Sprechtastefedern sind nach Fig. 389 so angeordnet, dass die Enden der längeren Feder f_2 und f_6 in auseinander gebogenem Zustande den Ebonitknopf festhalten, dass also die Kipptaste solange in der Abfragestellung

verbleibt, bis sie von der Telephonistin wieder in die Durchsprechstellung gedrückt wird.

In der Abfragestellung sind wie bei der Ruftaste die Kontakte zwischen den beiden äusseren Federpaaren geschlossen. Ferner wird der Kontakt zwischen den Federn f_4 und f_5 hergestellt; dagegen wird der Kontakt zwischen den Federn f_2 und f_3 geöffnet. In seiner äussersten Lage drückt ferner der Ebonitknopf auf die Feder f_8 und trennt deren Kontakt mit der Feder f_9 (Fig. 387).

Die Rückruftaste. — Sie ist wie die kombinierte Taste konstruiert; es fehlen ihr jedoch die Sprechtastefedern.

Sprechleitungstaste.

Die Sprechleitungstaste (Fig. 390). — Sie besteht aus fünf Federn, welche durch Herabdrücken des Tastenknopfes so auseinander gebogen werwerden, dass f_1 und f_2, sowie f_3 und f_4 Kontakt schliessen und hierdurch die Sprechgarnitur der Telephonistin in die Sprechleitung eingeschaltet wird. Der gleichzeitig zwischen der Schiene s und der Feder f_5 hergestellte Kontakt schliesst den Stromkreis der betreffenden Serie Sprechleitungslampen. Die Sprechleitungstasten sind zu fünf Stück auf einem Streifen montiert.

Fig. 390.

Verbindungsstöpsel.

Die Verbindungsstöpsel. — Sie sind dreiteilig; am Kopfe und am ringförmigen Ansatze des Stöpsels endigen die a- und b-Adern der Verbindungschnur, welche in die Teilnehmerleitung eingeschaltet werden. Am Stöpselkörper endigt die c-Ader der Verbindungsschnur, welche mit dem + Pole der Batterie verbunden ist und das Besetztsein einer Leitung anzeigt. Die Stöpselschnüre, welche leicht ausgewechselt werden können, sind so lang, dass mit den Stöpseln die äussersten Klinken des benachbarten Arbeitsplatzes erreicht werden können.

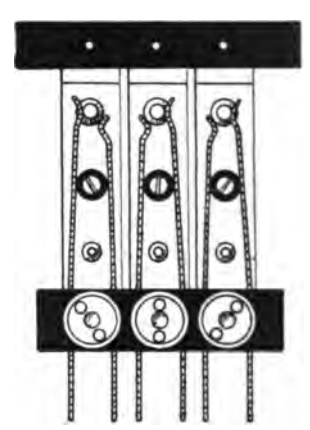


Fig. 391.

Um einem Verschlingen der Stöpselschnüre vorzubeugen, bewegen sich die Schnurgewichte an gespannten Drähten entlang. Den Sprechleitungsadern a und b jeder Stöpselschnur sind Schmelzsicherungen vorgeschaltet.

Sprechgarnitur.

Die Abfrageeinrichtung oder Sprechgarnitur. — Sie besteht aus Brustmikrophon und Kopfhörer von ähnlicher Form, wie in Fig. 349 dargestellt. Die zur Einschaltung der Sprechgarnitur dienende Drillingsklinke (Fig. 391) enthält drei durch zwei Ebonitstücke zu einem Ganzen vereinigte Einzelklinken. Jede Einzelklinke besteht aus einer Metallamelle mit eingeschobener Hülse und zwei Federn, die sich in der Ruhelage an ein Ebonitröllchen legen.

Die Induktionsrolle des Mikrophons ist im Innern des Tastenbrettrahmens angebracht; die primäre Wicklung hat 0,4 Ohm, die sekundäre 90 Ohm Widerstand.

Betriebsweise. — Vom Hauptumschaltegestell oder Hauptverteiler führen 20 Teilnehmerdoppelleitungen in 42-aderigen Baumwollseidenkabeln

zu den Unterbrechungsklinken des im Ortsamt aufgestellten Vorschalte- oder Fernvermittelungsschrankes; zwei Adern bleiben zur Reserve. Vom Vorschalteschrank ab sind die Klinkenstreifen gleicher Nummer sämtlicher Schränke durch 63-aderige Baumwollseidenkabel verbunden, da jede Teilnehmerschleife nun noch von einem besonderen Prüfdrahte (Kontrolleitung) begleitet wird. Die Verbindung der Klinkenkabel mit den Anrufrelais erfolgt an den einzelnen Schränken selbst in der Weise, dass z. B. am ersten Teilnehmerschrank, auf welchen die Teilnehmer 1 bis 300 geschaltet sind, von den Vielfachklinken 1 bis 300 Kabel nach den oberen Lötspitzen der Messinglamellen des Zwischenverteilers abzweigen und von den unteren Lötspitzen dann einerseits nach den Abfrageklinken 1 bis 300 und andererseits nach den betreffenden Anruf- und Trennungsrelais weiterführen.

Zwischenverteiler.

Der Zwischenverteiler besteht aus einem System von Messinglamellen, welches auf Ebonitplatten montiert an einem aus Façoneisen zusammengesetzten Gestell befestigt ist. Die Querträger des Gestells tragen die vom Fernvermittellungsschranke zugeführten und die nach den Vielfachumschaltern und den Relaisgruppen abgehenden Kabel.

An dem Zwischenverteiler kann ohne Änderung der Rufnummer eine Verteilung der Abonnenten nach ihrer Gesprächszahl, also eine gleichmässige Belastung der einzelnen Arbeitsplätze innerhalb gewisser Grenzen erfolgen. Gleichzeitig muss natürlich auch eine entsprechende Umschaltung der Abfrageklinken an den hierzu vorgesehenen Klemmenbrettern der Vielfachumschalter vorgenommen werden.

Anruf des Amtes durch einen Teilnehmer (Fig. 392). Sobald ein Teilnehmer die Induktorkurbel seines Apparats dreht, leuchten im Vermittelungsamte seine Anruflampe, die zugehörige Kontrollampe des Arbeitsplatzes und die entsprechende Kontrollampe am Aufsichtstisch auf. Der auf der Doppelleitung ankommende Weckstrom geht über den linksseitigen Kontakt des Trennungsrelais *TR* und durchläuft die Hauptwicklung *l* des Anrufrelais *AR*. Das Anrufrelais zieht infolgedessen seinen Anker an und schliesst den Kontakt bei *c*. Hierdurch gelangt einerseits die Anruflampe *AL* zum Glühen, indem ein Stromkreis vom + Pole der gemeinsamen Batterie über die Lampe und den Kontakt *c* zum — Pole geschlossen wird. Andererseits wird auch die Haltewicklung *h* des Anrufrelais erregt und damit der Anker am Abfallen verhindert, indem ein Stromkreis vom + Pole der Batterie durch das Kontrolrelais *KR* über den rechtsseitigen Kontakt des Trennungsrelais, durch die Haltewicklung *h* über den Kontakt *c* zum — Pol geschlossen wird. Der Schluss dieses Stromkreises bewirkt, dass das für sämtliche Anruf- und Schlusszeichenlampen eines Arbeitsplatzes gemeinsame Kontrolrelais *KR* seinen Anker anzieht und hierdurch die Kontrollampe *KL* des eigenen Arbeitsplatzes und die Kontrollampe *KLa* am Aufsichtstische zum Aufleuchten bringt. Stromlauf: + Pol der Batterie, Anker des Kontrolrelais, Kontrollampe am Arbeitsplatz und Aufsichtstisch in Parallelschaltung, — Pol der Batterie. Die Kontrollampen müssen stets mitbrennen, wenn eine Anruf- oder Schlusszeichenlampe leuchtet; andernfalls ist die nicht leuchtende Lampe schadhaft. Ausgebrannte Lampen zeigen sich also selbst an.

Die Kontrollampen am Aufsichtstisch ermöglichen eine nachhaltige Überwachung der prompten Herstellung und Aufhebung der Verbindungen.

Abfragen. — Der Abfragestöpsel *AS* (hinterer Stöpsel) ist in die unmittelbar unter der aufleuchtenden Anruflampe befindliche Abfrageklinke *ka*

des rufenden Teilnehmers zu stecken und die Kipptaste ist in die Sprechstellung umzulegen. Hierdurch werden die Induktionsrolle *J* und der Fernhörer *F* über die Sprechtastenfedern und die Rückruftaste in die Leitung eingeschaltet. Anruf-, Kontrol- und Aufsichtstischlampe erlöschen.

Prüfung, ob die verlangte Leitung frei ist. — Die Spitze des Verbindungsstöpsels *VS* (vorderer Stöpsel) des benutzten Schnurpaars wird an die Hülse der nächsten Vielfachklinke der verlangten Leitung gehalten. Die Prüfung geht in derselben Weise wie bei den übrigen Vielfachumschaltern

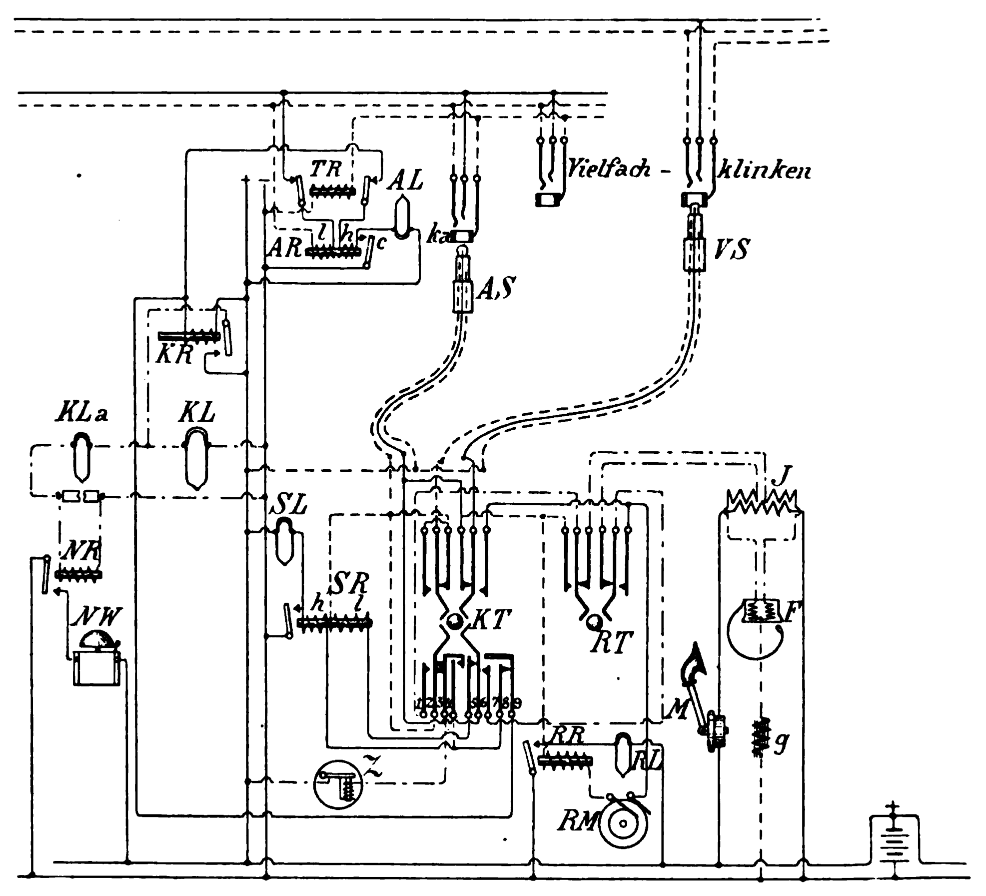


Fig. 392.

vor sich; das Besetztsein der Leitung macht sich durch ein Geräusch im Fernhörer bemerkbar. Zwischen den neutralen Punkt der Fernhörerwicklungen und den — Pol der Batterie ist ein Graduator *g* von 800 Ohm eingeschaltet.

Verbindung mit der verlangten Leitung. — Ist die Leitung frei, so wird der verlangte Teilnehmer durch Vorwärtsbewegung der Kipptaste (in der Figur nach oben) in die Rufstellung angerufen. Beim Anruf wird durch den Wechselstrom des Rufmotors *RM* auch das Rufrelais *RR* bethätigt und durch den Ankerschluss desselben die mit roter Opallinse versehene Ruflampe *RL* zum Aufleuchten gebracht. Beim Loslassen des Kipptastenhebels geht dieser von selbst in die Ruhestellung zurück; die Ruflampe erlischt.

Muss ausnahmsweise der die Verbindung verlangende Teilnehmer über den Abfragestöpsel *AS* angerufen werden, so ist hierzu die Kipptaste auf Sprechstellung umzulegen und die Rückruftaste *RT* einen Augenblick nach vorn (oben) zu drücken.

Sobald der Verbindungsstöpsel *VS* in die Vielfachklinke der verlangten Leitung eingesteckt ist, wird auf dem Vermittelungsamt auch die Hauptwicklung des Anrufrelais der verlangten Leitung durch Bethätigung ihres Trennrelais von der Schleife abgeschaltet. Während des Gesprächs liegt daher nur die Hauptwicklung *l* des Schlussrelais *SR* in Brücke zur Schleife.

Will der Teilnehmer nach Beendigung des Gesprächs abläuten, so bewirkt der die Hauptwicklung des Schlusszeichenrelais *SR* durchfliessende Strom dessen Ankeranziehung und damit den Kontaktschluss für den Stromkreis der Schlusszeichenlampe *SL*. Diese Lampe leuchtet auf; gleichzeitig wird auch die Haltewicklung *h* des Schlusszeichenrelais eingeschaltet, wodurch die Kontrollampen am Arbeitsplatz und am Aufsichtstische zum Aufleuchten kommen.

Gesprächszählung. — Hat die Telephonistin das Schlusszeichen bemerkt, so legt sie den Hebelumschalter der Kipptaste einen Augenblick nach rückwärts (unten), sodann in Normalstellung, und hierauf zieht sie die Stöpsel aus den Klinken heraus.

Beim Umlegen der Kipptaste wird der Kontakt zwischen den Federn 3 und 4 früher geschlossen, als sich der Kontakt zwischen den Federn 8 und 9 öffnet. Infolgedessen zieht der Magnet des Zählwerkes *Z* seinen Anker einmal an und zeichnet die ausgeführte Verbindung auf. Die Öffnung des Kontaktes zwischen den Federn 8 und 9 bewirkt das Abfallen des Schlusszeichenrelaisankers; infolgedessen erlöschen Kontrollampe und Lampe am Aufsichtstische.

Zählwerk.

Das Zählwerk (Fig. 393, 394 u. 395). — Es besteht aus einem Elektromagnet *M*, dessen Rollenwiderstand 40 Ohm beträgt. Ein zweiarmiger, um die Achse *A* drehbarer Hebel *H*, dessen eines Ende das Gewicht *G* trägt, bildet den Anker des Elektromagnets. Die Bewegung des Ankers wird durch die Stellschrauben *S* und S_1 begrenzt. An dem Ankerhebel ist eine Klinke *K* drehbar befestigt, welche durch eine Spiralfeder an das 100 Zähne enthaltende Zahnrad *R* angedrückt wird. Die Sperrklinke K_1 verhindert die rückläufige Bewegung dieses Rades. So oft der Anker angezogen wird, hebt sich die Klinke *K* um Zahnhöhe; nach Aufhören des Stromes wird sie durch das Gewicht *G* herabgedrückt und schiebt hierbei das Rad um einen Zahn vorwärts. Der auf derselben Radachse in dem Zifferblatt aufgeschraubte Zeiger *Z* rückt gleichzeitig um einen Teilstrich weiter (Fig. 394).

Auf der Nabe des Zahnrads *R* sitzt ein Excenter, der bei seiner Bewegung die Schnappfeder *F* solange nach auswärts drückt, bis ihre Spitze in die zahnartige Vertiefung des Excenters einfällt. Die Bewegung der Schnappfeder überträgt sich auf den Hebel *h*, die Feder *f* wirkt dieser Bewegung entgegen.

Mit dem Hebel *h* ist die durch Federkraft an das vordere Zahnrad R_1 angedrückte Klinke K_2 durch Charniergelenk verbunden. Auf der Achse des Zahnrads R_1 sitzt der Zeiger Z_1. Solange die Schnappfeder *F* nach aussen gedrückt wird, schiebt die Klinke K_2 den Zahn des Rades R_1 vorwärts und bewirkt dadurch eine langsame Drehung des Rades, wobei gleichzeitig die Feder *f* gespannt wird.

Wenn das hintere Zahnrad R eine Umdrehung vollendet hat, also 100 Gespräche aufgezeichnet sind, so ist gleichzeitig der Zeiger Z_1 um einen Teilstrich vorgeschritten. Alsdann fällt die Schnappfeder F in die Vertiefung des Excenters; infolgedessen zieht die Feder f die Klinke K_2 um

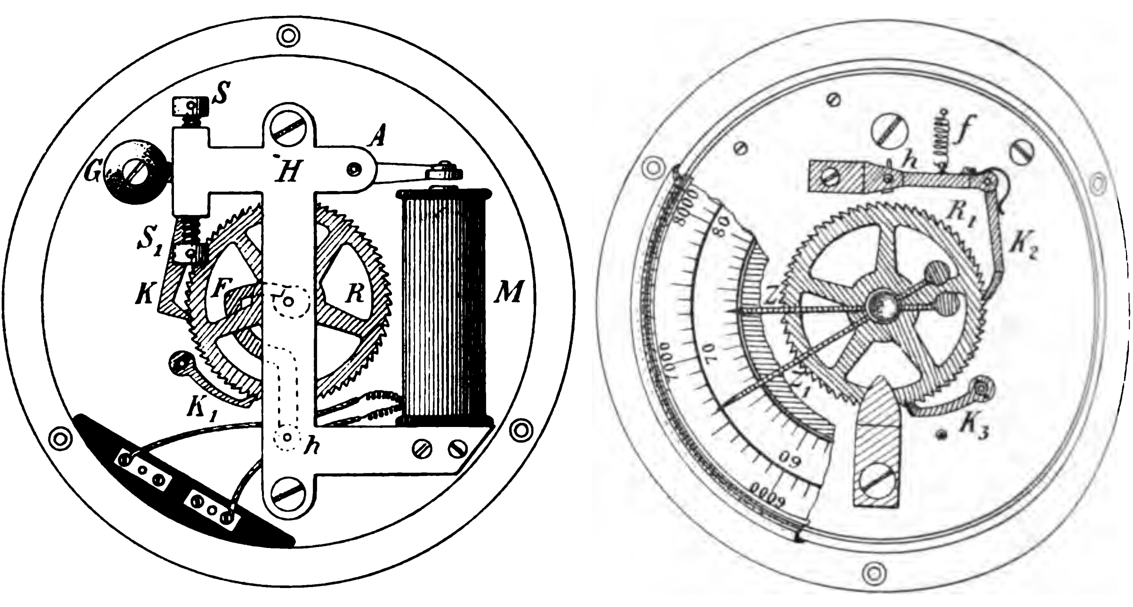


Fig. 393. Fig. 394.

eine Zahnbreite zurück, sodass die Registrierung von neuem beginnen kann. Eine Sperrklinke K_3 verhindert eine rückläufige Bewegung des Zahnrads R_1.

Das Zählwerk ist in eine mit Glasdeckel versehene Metallbüchse eingeschlossen (Fig. 395); es registriert bis zu 10 000 Gesprächen.

Dienstkontrole. — Der Beamte am Aufsichtstisch ersieht an dem Aufleuchten und Erlöschen der Lampen seines Tableaus, ob die Anruf- und Schlusszeichen an den einzelnen Arbeitsplätzen sofort bedient werden. Er kann sich auch vom Aufsichtstisch aus in den Sprechstromkreis jeder Telephonistin einschalten und die geführten Gespräche überwachen.

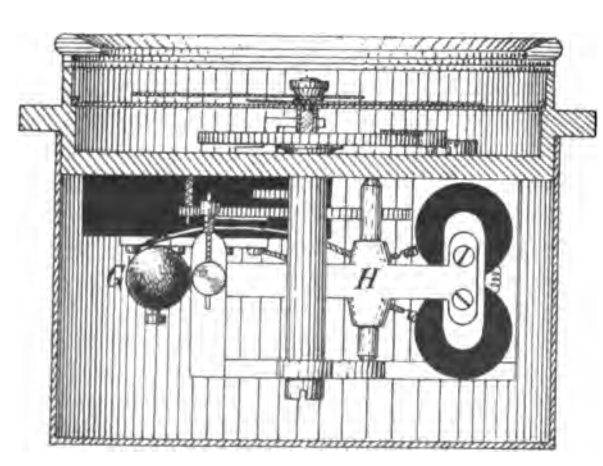


Fig. 395.

Nachtdienstschaltung. — In die gemeinsame Lampenrückleitung wird ein Relais NR (Fig. 392) eingeschaltet, welches bei jedem Anruf- und Schlusssignal einen Wecker NW bethätigt. Der Nachtdienst kann auf diese Weise vom Aufsichtstisch aus wahrgenommen werden.

b) Der Umschalter in Schrankform für ankommende Stadtverbindungsleitungen.

Der Umschalter (Fig. 396) ist nach dem Einschnursystem gebaut und für 90 Verbindungsleitungen, welche auf drei Arbeitsplätze verteilt sind, eingerichtet. Zu jeder Verbindungsleitung gehören drei Adern; auf einer Schleifleitung wird gesprochen, die dritte Ader dagegen dient als Signalleitung für eine automatische Schlusszeichengabe.

Jeder Arbeitsplatz ist mit 30 Einzelschnüren und Stöpseln, 30 Schlusszeichenlampen, 30 Kipptasten, sowie einer Kontrol- und einer Ruflampe ausgerüstet.

Für den Dienstverkehr der Telephonistinnen zur Übermittelung der verlangten Verbindungen von einem Amte zum anderen Amte sind besondere Sprechleitungen vorgesehen; die dreidrähtigen Verbindungsleitungen für die Teilnehmergespräche werden zu dienstlichen Mitteilungen zwischen den Telephonistinnen nicht benutzt. Die Anzahl der Sprechleitungen bestimmt sich nach der Zahl der Arbeitsplätze in den einzelnen Centralen. Jeder Arbeitsplatz eines Verbindungsschrankes der einen Centrale wird mit einer Anzahl Arbeitsplätzen an den Teilnehmerschränken der anderen Centrale durch eine Sprechleitung in Vielfachschaltung verbunden. Bei grösseren Vermittelungsanstalten sieht man gewöhnlich für jeden Arbeitsplatz eines Teilnehmerschrankes 3—5 Sprechleitungen vor.

Die Sprechleitungen gehen von den Sprechtasten der Teilnehmerschränke des einen Amtes aus und endigen an den Induktionsspulen bez. an den Einschalteklinken der Verbindungsschränke des zweiten Amtes. Durch Niederdrücken einer Sprechleitungstaste *SpT* am Teilnehmerschranke wird die Induktionsrolle der Sprechgarnitur der Telephonistin an die betreffende Sprechleitung angeschlossen, gleichzeitig wird hierdurch der Stromkreis der Batterie von 24 Volt geschlossen, wodurch sämtliche zu den Tasten derselben Sprechleitung gehörige Signallampen aufleuchten und das Besetztsein der Sprechleitung anzeigen. Auf dem anderen Amte ist die Sprechleitung ständig mit der einen Wicklung des Kopffernhörers *F* verbunden.

Soll also eine Verbindung von einer Centrale zur andern übermittelt werden, so ist von der Telephonistin am Teilnehmerschranke stets eine Sprechtaste zu drücken, deren Lampe nicht leuchtet. Diese Anordnung gewährt den grossen Vorteil, dass der Auftrag zur Herstellung der Verbindung stets nur an eine gerade unbeschäftigte Telephonistin des anderen Amtes gelangt.

Herstellung einer Verbindung. (Fig. 397.) Der Teilnehmer Th_1 des Amtes I verlangt den Teilnehmer Th_2 des Amtes II. Die Telephonistin des Amtes I drückt auf eine freie Sprechtaste und teilt auf der zugehörigen Sprechleitung z. B. auf der Sprechleitung 1 der Telephonistin am Verbindungsschranke des Amtes II mit, dass eine Verbindung mit der Teilnehmerleitung Th_2 gewünscht wird.

Die Telephonistin des Amtes II nimmt einen beliebigen Verbindungsstöpsel z. B. VS_3 ihres Arbeitsplatzes und prüft in der gewöhnlichen Weise, ob die Teilnehmerleitung Th_2 frei oder besetzt ist. Sie meldet dann zurück: „Th_2 besetzt" oder: „Th_2 auf Leitung 3" und stellt dann mit dem Verbindungsstöpsel 3 die Verbindung mit der Vielfachklinke der Teilnehmer-



Fig. 396.

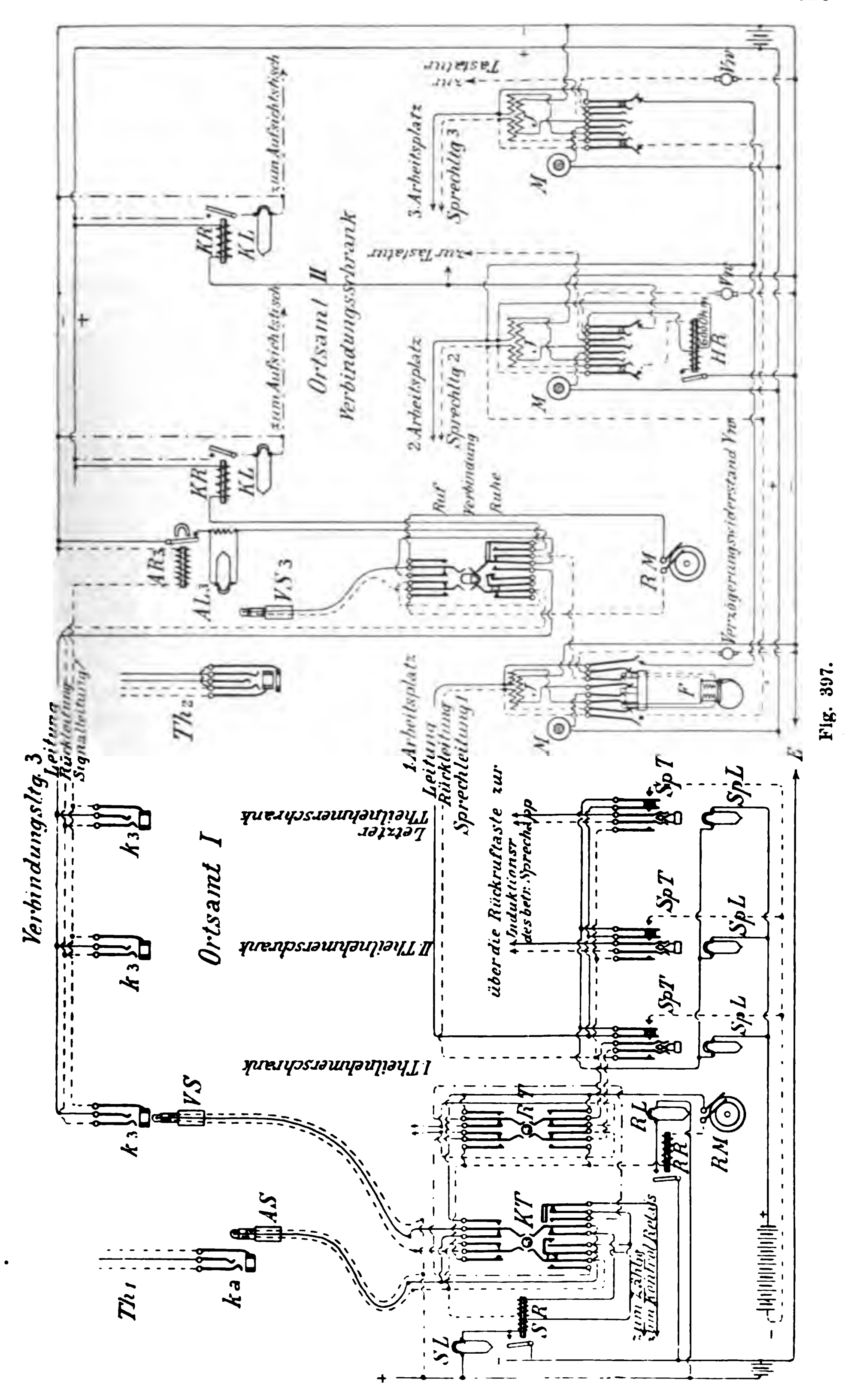

Ortsamt II
Verbindungsschrank
1. Arbeitsplatz
2. Arbeitsplatz
3. Arbeitsplatz
Sprechltg. 2
Sprechltg. 3
zum Aufsichtstisch
zur Tastatur
Verzögerungswiderstand Vw
Ruf
Verbindung
Ruhe
Ortsamt I
Verbindungsltg. 3
Leitung
Rückleitung
Signalleitung
I. Theilnehmerschrank
II. Theilnehmerschrank
Letzter Theilnehmerschrank
Sprechleitung 1
über die Rückruftaste zur Induktionsr. des betr. Sprechapp.

Fig. 397.

leitung Th_2 her. Durch Vorwärtsbewegung des Kipptastenhebels ruft sie ferner den Teilnehmer Th_2 an. Nach erfolgtem Anruf geht die Kipptaste in die Mittelstellung, sodass die zum Stöpsel 3 gehörige Signallampe aufleuchtet, bis die Telephonistin des Amtes I den zweiten Stöpsel des von ihr benutzten Schnurpaars in die Verbindungsklinke k_3 gesteckt hat. Erlischt die Signallampe, so ist dies für die Telephonistin des Amtes II das Zeichen, dass auf dem Amte I auch die angesagte Verbindungsleitung wirklich benutzt worden ist.

Dieser ganze für die Teilnehmer nicht hörbare Vorgang erfordert nur wenige Sekunden, da stets gerade unbesetzte Leitungen und unbeschäftigte Beamte die Gesprächsanmeldung vermitteln.

Die Telephonistin des Amtes I, welche die Anmeldung der von dem Teilnehmer Th_1 gewünschten Verbindung entgegengenommen hat, muss das Zustandekommen des Gesprächs überwachen; sie muss sich daher auch überzeugen, ob der Teilnehmer Th_2 sich am Apparate gemeldet hat. Nach Erfordernis hat sie nochmals anzurufen. Durch den Anruf wird ein Schlusszeichen nicht bethätigt; das Schlusszeichen wird dem Amte II vielmehr automatisch gegeben. Sobald das Gespräch beendet ist, und die Teilnehmer abgerufen haben, leuchtet im Amte I die Schlusszeichenlampe *SL* auf. Es wird hierauf im Amte I die Verbindung aufgehoben. Sobald im Amte I der Verbindungsstöpsel aus der Klinke k_3 herausgezogen ist, leuchtet im Amte II am Verbindungsschranke die Signallampe AL_3 als Schlusszeichen auf. Diese Lampe wird erst zum Erlöschen gebracht, wenn der Hebel der Kipptaste in die Ruhelage gedrückt wird.

Platzschaltung. — Bei geringem Verkehr können die sämtlichen Leitungen eines Verbindungsschrankes vom mittleren Arbeitsplatz aus durch eine Telephonistin bedient werden. Hierzu brauchen nur die Drillingsstöpsel der Sprechgarnituren aus den Klinken des ersten und dritten Arbeitsplatzes herausgenommen zu werden. Es werden damit die Sprechleitungen 1 und 3 automatisch auf den zweiten Platz geschaltet.

Nachtschaltung. — Während der Nacht ist kein Arbeitsplatz des Verbindungsschrankes besetzt. Der Anruf erfolgt dann durch Niederdrücken einer beliebigen Sprechtaste und dadurch, dass der Hebel der Rückruftaste einen Augenblick nach rückwärts (unten) gelegt wird. Der Weckstrom geht dann vom Rufmotor *RM* über die aus der Zeichnung ersichtlichen Federn der Rückruf- und der Sprechleitungstaste in die Sprechleitung 1, über die Drillingsklinke des ersten Arbeitsplatzes, durch die 600 Ohm-Wicklung des Hülfsrelais *HR* am zweiten Arbeitsplatze zum Rufmotor zurück. Das Hülfsrelais zieht den Anker an und bringt die Kontrollampe am mittleren Arbeitsplatze des Verbindungsschrankes, sowie die zugehörige Lampe am Aufsichtstische zum Leuchten; gleichzeitig ertönt der Nachtwecker solange, bis der Anruf abgenommen ist.

c) Der Umschalter in Tischform für Teilnehmerleitungen und Stadtverbindungsleitungen.

Die äussere Form und die Anordnung der Eisenkonstruktionen der Gestelle entspricht im allgemeinen derjenigen der Stockschen Vielfachumschalter in Tischform.

Die in den Wiener Centralen zur Aufstellung gelangten Tischumschalter haben eine für sechs Arbeitsplätze berechnete Klinkentafel von 2 m Länge und 63 cm Breite.

Die Klinkentafel enthält 10 Felder mit je 66 Klinkenstreifen zu 20 Klinken. Die Gesamtaufnahmefähigkeit beträgt 12000 Klinken für Teilnehmerleitungen und 1200 Klinken für Verbindungsleitungen.

Ein Teil der Tischumschalter ist auf der einen Seite für den Teilnehmerleitungsbetrieb und auf der anderen Seite für den Betrieb der ankommenden Verbindungsleitungen eingerichtet. An letzerer Tischseite fehlen die Klinken für die abgehenden Verbindungsleitungen. Die Ansatztafeln enthalten die ersten bez. die letzten drei Felder der normalen Klinkentafel, sodass die Telephonistinnen an den äussersten Arbeitsplätzen sämtliche Klinken auf die Länge von etwa 2 m zur Verfügung haben.

Die Tastenbretter der einzelnen Arbeitsplätze liegen um 3 cm gegen die Klinkentafel vertieft. Jedem Arbeitsplatz sind 80 Leitungen zugewiesen; er ist sonach mit 80 Anruflampen und 80 Abfrageklinken in 2 Reihen, ferner mit 15 Verbindungssystemen, bestehend aus Abfrage- und Verbindungsstöpsel, kombinierter Sprech- und Ruftaste (Kipptaste) und Schlusszeichenlampe, sowie einer Rückruftaste, einer Liniensignal- und einer Rufstromkontrollampe, einer Drillingsklinke für die Sprechgarnitur und endlich mit fünf Sprechleitungslampen und Tasten zum Verkehr in den Sprechleitungen ausgerüstet.

Die Tastenbretter der Vermittelungsschränke enthalten für jeden Arbeitsplatz die für den Anschluss von 20 Verbindungsleitungen erforderlichen Apparate. Für jede Leitung ist eine Schnur mit Stöpsel, eine Kipptaste und eine Schlusszeichenlampe vorhanden.

6. Der Vielfachumschalter mit gemeinsamer Anruf- und Mikrophon-Batterie

(Common Battery System, Western Electric Company).

In Amerika kommen seit einigen Jahren bei der Einrichtung von Fernsprech-Vermittelungsanstalten grösseren Umfanges in ausgedehntem Maasse Vielfachumschalter mit gemeinsamer Anruf- und Mikrophon-Batterie nach dem Systeme der Western Electric Company zur Aufstellung; es sind jetzt bereits über 125 Fernsprechcentralen mit etwa 300000 Anschlussleitungen unter Verwendung solcher Umschalter eingerichtet worden. Neuerdings bürgert sich das System auch in Europa ein. Es ist seit kurzem in Bristol im Betrieb und für zwei Ämter des General Post Office in London, sowie für Nottingham, Hull und mehrere andere Städte Grossbritanniens, ferner für Brüssel, Lüttich, Budapest und Bukarest zur Ausführung angenommen.

Das englische General Post Office lässt jetzt in London eine Hauptcentrale in der Queen Victoria Street mit derartigen Vielfachumschaltern für 14400 Teilnehmerleitungen einrichten. Bei dieser grossen Centrale werden ebenso wie bei der kleineren Centrale des General Post Office für Westminster von jedem Arbeitsplatze nicht weniger als 240 Anrufglühlampen bezw. Teilnehmerleitungen bedient werden. In den Centralen der National Telephone Company in Bristol, Nottingham, Hull u. s. w. entfallen auf jeden Arbeitsplatz auch 200 Anruflampen.

Der in Paris 1900 ausgestellt gewesene Umschalter hatte ein Klinkenfeld mit einem Fassungsvermögen von 18000 Teilnehmerleitungen. In Deutschland werden Vielfachumschalter dieses Systems von der Firma PETSCH, ZWIETUSCH & CIE., vormals FR. WELLES in Berlin gebaut.

Das Charakteristische des neuen Systems besteht darin, dass die Stromquellen für den Anruf des Amtes und für die Mikrophone der Abonnenten nicht wie bisher bei den Teilnehmerstellen, sondern als gemeinschaftliche Batterien bei dem Vermittelungsamt aufgestellt sind. Diese Einrichtung hat folgende Vorteile:

1. die Apparate der Teilnehmerstellen werden durch den Wegfall der Anrufeinrichtungen bedeutend vereinfacht; ausser Mikrophon und Fernhörer ist nur noch ein Wecker, verbunden mit einem kleinen Kondensator, erforderlich;

2. die ganz erhebliche Kosten verursachende Aufstellung und Unterhaltung der Mikrophonbatterie bei den Sprechstellen fällt weg;

3. die Bedienung der Apparate in den Sprechstellen und bei den Vermittelungsanstalten wird vereinfacht, da alle Anruf-, Prüfungs- und Schlusssignale automatisch sind. Hieraus ergiebt sich

4. der weitere grosse Vorteil einer besseren Ausnutzung jedes Arbeitsplatzes. Selbst bei ganz grossen Centralen sollen einem Arbeitsplatze bis 240 Teilnehmerleitungen zugeteilt werden können. Dies hat natürlich eine wesentliche Verringerung der einmaligen Anlagekosten eines Vermittelungsamtes, sowie der laufenden Betriebs-Ausgaben zur Folge.

Für den Augenblick mag es vielleicht zweifelhaft erscheinen, ob die Sprechverständigung bei einer derartigen Einschaltung der Mikrophone, wie sie dieses System vorsieht: — Reihenschaltung von Mikrophon, Telephon, Kontrolrelais, sowie 2 Transformatorwicklungen — und bei dem erheblichen Widerstande des Stromkreises, gleichwertig der bei den übrigen Systemen erzielten ist, wo der Mikrophonstromkreis im wesentlichen nur aus Mikrophonspule und Mikrophonbatterie besteht. Nach mehrjähriger praktischer Erfahrung in Amerika und England wird jedoch behauptet, dass die Verständigung bei den Systemen mit centraler Batterie wegen der gleichmässig starken Lautwirkung der Mikrophone noch besser als bei den übrigen Systemen sei. Namentlich sollen sich für den Betrieb auch die Kohlenkörnermikrophone der in Deutschland gebräuchlichen Konstruktionen recht gut eignen.

In Deutschland sind Erfahrungen mit dem Systeme noch nicht gemacht worden; immerhin möchten wir zu der Annahme neigen, dass die Sprechverständigung eine hinreichend gute sein wird, denn sonst würde das System in Amerika und England einen solchen Eingang nicht gefunden haben. Insbesondere soll sich in Amerika auch der Fernleitungsbetrieb der American Telephone and Telegraph Co., die das Monopol der Longdistance-Telephonie in den Vereinigten Staaten besitzt, nach dem neuen System recht gut abwickeln, wobei es sich um Entfernungen bis zu 2000 km (Boston bis St. Louis) handelt.

Die durch Fig. 398 u. 399 veranschaulichte Bauart der Umschalter entspricht im wesentlichen der Konstruktion der gewöhnlichen schrankförmigen Umschalter; jedoch kommen an Stelle der Anruf- und Schlussklappen Glühlampen zur Verwendung. Die Vielfachklinken sind im oberen Teile

der Vertikaltafel untergebracht, die Abfrageklinken im unteren Teile. Unter jeder Abfrageklinke befindet sich die zugehörige Glühlampe für den Anruf.

Auf dem horizontalen Schlüsselbrette sind für jedes Schnurpaar in gleicher Linie angebracht: je zwei Kontrollampen, ein Abfrage- und ein Verbindungsstöpsel, sowie ein kombinierter Sprech- und Rufschlüssel (Kipptaste). Jeder der drei Arbeitsplätze eines Schrankes verfügt über 17 Schnurpaare.

Die zahlreichen Relais befinden sich von den Umschaltetafeln getrennt auf besonderen eisernen Gestellen. Es sind hiernach von den Arbeitsplätzen alle diejenigen beweglichen Konstruktionsteile entfernt, die hinsichtlich ihrer

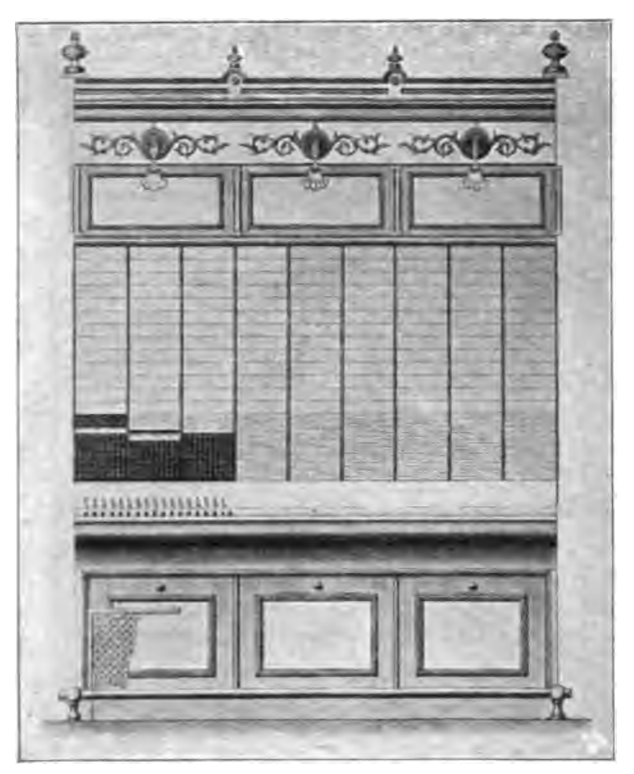


Fig. 398.

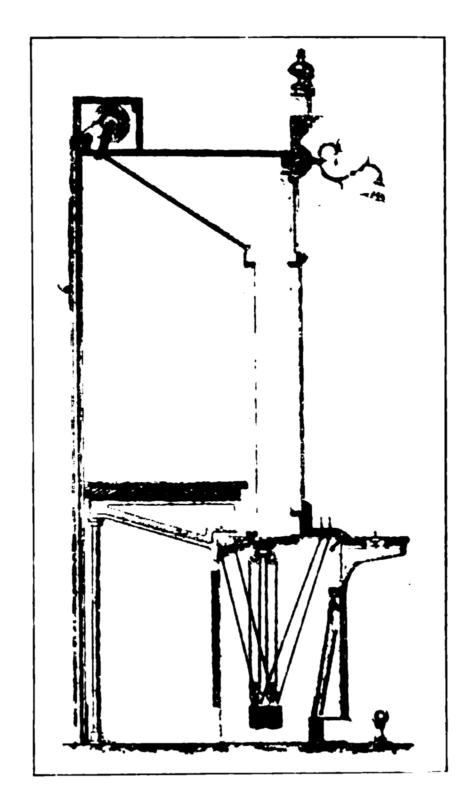


Fig. 399.

Regulierung und Reinhaltung durch den Betrieb ungünstig beeinflusst werden könnten. Dies, sowie der Umstand, dass die einzelnen Anruflampen dicht bei den zugehörigen Abfrageklinken angeordnet sind, lässt dieses System für den Bau tischförmiger Umschalter noch geeigneter erscheinen als für schrankförmige.

Zu jeder Teilnehmerleitung gehören ein Anrufrelais und ein Unterbrechungsrelais, zu jedem Schnurpaare zwei Kontrolrelais, welche gleichzeitig als Schlusszeichenrelais dienen. Hinter dem Relaisgestell und parallel zu ihm wird gewöhnlich der Zwischenverteiler aufgestellt, der eine zur Ausgleichung der Belastung der einzelnen Arbeitsplätze jeweils notwendig werdende Umlegung von Teilnehmerleitungen jederzeit ohne Nummeränderung gestattet.

Fig. 400 giebt das Schaltungsschema für einen Fernsprechanschluss mit zwei Sprechstellen Th_1 und Th_2, welche durch eine gemeinsame Doppelleitung *a*/*b* mit dem Vermittelungsamte verbunden sind. Jede dieser Sprechstellen kann von dem Vermittelungsamte für sich angerufen werden, auch können beide Stellen über das Vermittelungsamt miteinander in Verkehr treten. Es lässt sich auch eine Schaltungsanordnung treffen, bei welcher 4 Sprechstellen an eine gemeinsame Doppelleitung angeschlossen und vom Vermittelungsamt angerufen und gesperrt werden können.

Die gewöhnliche Schaltung eignet sich also ohne weiteres auch für Hausanschlüsse mit 2 Sprechstellen, wenn es nicht darauf ankommt, dass das Gespräch der einen Stelle von der anderen mitgehört werden kann. Wird hierauf kein Wert gelegt, so könnten u. U. auch zwei verschiedene Teilnehmer auf diese Weise mittelst einer gemeinsamen Doppelleitung an das Vermittelungsamt angeschlossen werden.

Einrichtung der Sprechstellen und Schaltung der Teilnehmerleitungen. — Jede Sprechstelle ist mit einem Mikrophon *M*, einem

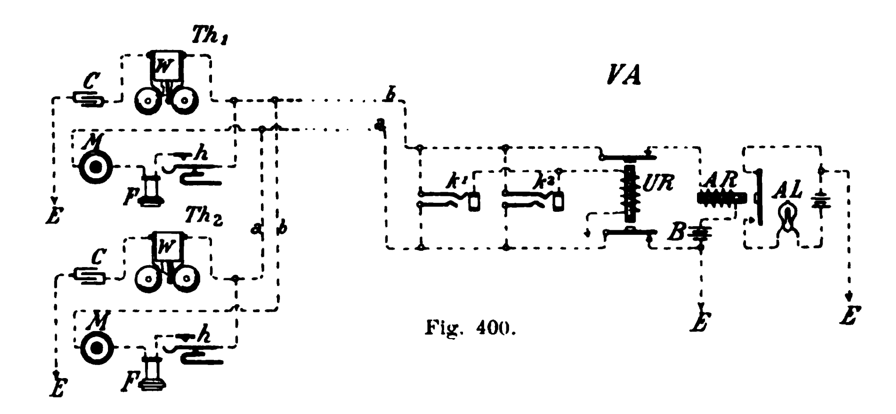


Fig. 400.

Fernhörer *F*, einem Hakenumschalter *h*, einem Kondensator *C* und einem Wechselstromwecker *W* ausgerüstet.

Im Vermittelungsamte sind die Teilnehmerdoppelleitungen *a*/*b* in sämtlichen Schränken mit den parallel geschalteten Vielfachklinken k^1, k^2 u. s. w. verbunden. Von der z. B. als Abfrageklinke dienenden Vielfachklinke k_2 aus gehen die beiden Drähte der Doppelleitung über die Ruhekontakte eines Unterbrechungsrelais *UR*, hierauf durch die gemeinschaftliche Batterie *B* von 20 Volt und durch das Anruf- oder Linienrelais *AR*.

Anruf des Amtes. — Sobald in einer Sprechstelle der Fernhörer vom Haken abgenommen wird, stellt der Hebel des Hakenumschalters Stromschluss für die Batterie *B* her. Hierdurch wird das Anrufrelais bethätigt; es schliesst den Stromkreis für die Anruflampe *AL*. Ihr Aufleuchten ist das Anrufsignal für das Vermittelungsamt. Die gemeinschaftliche Batterie für die Anruflampen hat 4 Volt Spannung. Neuerdings geht man dazu über, für den Anruf, für die Bethätigung der Teilnehmermikrophone, sowie für sämtliche Glühlampen und Relais eine einzige Batterie von entsprechender Kapazität zu verwenden.

Verbindungssystem. — Die zur Herstellung der Verbindungen erforderlichen Schnurpaare (Fig. 401) sind mit einem Abfragestöpsel *AS* und mit

einem Verbindungsstöpsel *VS* versehen. Die Stöpsel sind dreiteilig; ihre Spitzen *s* sind durch die Schnurader *a*, ihre Ringe *r* durch die Ader *b* und ihre Körper durch die Ader *c* verbunden. Der Übertrager *Ue* ist mit vier Wicklungen 1 bis 4 zwischen die Adern *a* und *b* eingeschaltet; jede Wicklung hat ungefähr 40 Ohm Widerstand. Die Wicklungen wirken als Übertrager, wenn am Hebelumschalter H_1 (Hörschlüssel) die Sprechgarnitur eingeschaltet ist; sie wirken als Graduatoren oder Sperrwiderstände, wenn dieser Hebelumschalter sich in der Ruhelage befindet.

Der in dem Hörstromkreis auf dem Vermittelungsamte eingeschaltete Kondensator C_1 soll verhindern, dass die Batterie B_1 durch den Fernhörer *F* der Telephonistin kurz geschlossen wird.

Die beweglichen Federn des Hörschlüssels H_1 sind mit den Ruhekontakten des Hebelumschalters H_2 (Rufschlüssel) verbunden und die beweglichen Federn dieses Schlüssels stehen über die Ruhekontakte eines dritten Hebelumschalters H_3 mit den Adern *a* und *b* des Verbindungsstöpsels *VS* so in Verbindung, dass beim Niederdrücken des Rufschlüssels H_2 der Rufstrom des Induktors *Y* über den Verbindungsstöpsel in die Leitung geht.

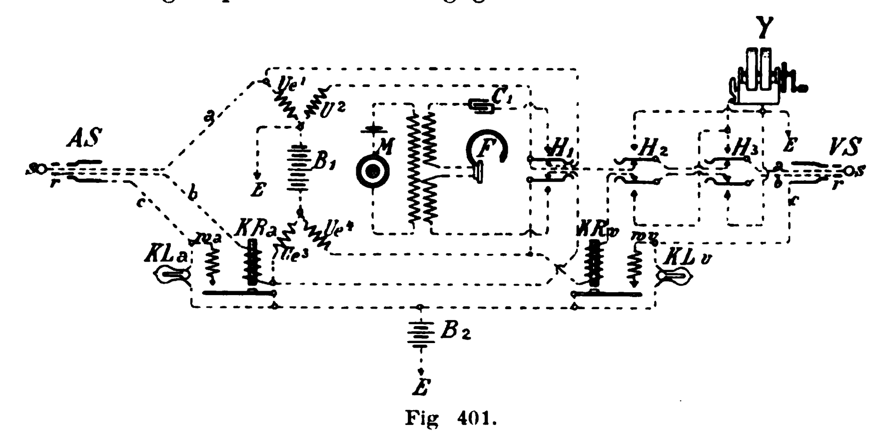


Fig 401.

Mit dem Hebelumschalter H_3 kann ebenfalls Strom vom Induktor über den Verbindungsstöpsel in die Leitung geschickt werden. Beim Anruf mit dem Rufschlüssel H_2 wird der Strom vom Leitungspole des Induktors über den *b*-Draht in die Leitung gesandt und bethätigt den Wecker in der Sprechstelle Th_1; dagegen sendet ein Druck auf H_3 Strom in den *a*-Draht und bewirkt den Anruf der Sprechstelle Th_2.

In die *b*-Adern des Abfrage- und des Verbindungsstöpsels sind je ein Kontrolrelais *KRa* und *KRv* eingeschaltet. Diese Relais haben einen geringen Leitungswiderstand und geringe Selbstinduktion, um dem Durchgange der Sprechströme kein Hindernis zu bieten. Sie bethätigen je einen Anker, dessen Achse mit dem freien Pole einer Batterie von 8 Volt verbunden ist. Der dem Anker jedes Relais gegenüberliegende Kontakt ist mit dem freien Ende der Widerstände *wa* und *nv* von je 12 Ohm verbunden. Die Kontrollampen *KLa* und *KLv* sind in die dritte Ader der Stöpsel so eingeschaltet, dass die Widerstände *wa* und *wv* bei Bethätigung der Kontrolrelais zu den Lampen im Nebenschluss liegen.

Herstellung einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmerleitungen. — Sobald der Teilnehmer in der Sprechstelle Th_1 den Hörer

vom Hakenumschalter abhängt, leuchtet seine Anruflampe im Vermittelungsamt auf. Auf dem Vermittelungsamte wird von der Telephonistin der Abfragestöpsel *AS* eines beliebigen Schnurpaars ihres Arbeitsplatzes in die unter der leuchtenden Anruflampe befindliche Abfrageklinke der betreffenden Leitung eingesteckt. Hierdurch wird das Anrufsignal selbstthätig ausser Wirksamkeit gesetzt, indem der freie Pol der Batterie B_2 von 8 Volt über den Stöpselkörper und die Metallhülse der Abfrageklinke mit der Wicklung des Unterbrechungsrelais *UR* verbunden wird. Die Anker dieses Relais werden angezogen; hierdurch wird der Stromkreis nach dem Anrufrelais und der Anruflampe unterbrochen. Die Anruflampe erlischt.

Solange der Abfragestöpsel steckt, stehen sämtliche Vielfachklinken der Anschlussleitung im Potential der 8 Volt-Batterie B_2, wodurch das Prüfen des Besetztseins der Leitung in der üblichen Weise ermöglicht wird. Der Stromkreis der Batterie B_1 des Schnursystems ist durch die mit dem Amte verbundene Teilnehmerstelle Th_1 geschlossen und speist das Mikrophon *M* des Teilnehmers. Stromlauf: Batterie B_1, Wicklung 1 des Übertragers, Stöpselschnur *a*, Stöpselspitze *s*, kurze Feder der Klinke *k*, Leitung *a*; in der Sprechstelle Th_1: Mikrophon *M*, Fernhörer *F*, Hakenumschalter *h*, Leitung *b*, lange Feder der Klinke *k*, Stöpselring *r*, Schnurader *b*, Kontrolrelais *KRa*, Wicklung 3 des Übertragers, zurück zur Batterie B_1.

Das Kontrolrelais *KRa* wird solange bethätigt, als der Fernhörer in der Sprechstelle Th_1 abgenommen ist. Während dieser Zeit fliesst der Strom der 8 Volt-Batterie B_2 durch die Kontrollampe und deren Nebenschluss. Letzterer vermindert die Stärke des Lampenstroms derartig, dass die Lampe nicht zum Glühen kommt. Solange die Kontrollampe nicht leuchtet, hat also der Teilnehmer den Fernhörer vom Hakenumschalter abgenommen und ist zum Sprechen bereit.

Die Einschaltung der aus Kopftelephon und Brustmikrophon bestehenden Sprechgarnitur (Fig. 402) der Telephonistin erfolgt durch Umlegen des Hörschlüssels H_1 in die Sprechstellung. Es werde der Teilnehmer *Thx* verlangt. Die Telephonistin prüft die nächste Vielfachklinke der Teilnehmerleitung *Thx* durch Berühren mit der Spitze des Verbindungsstöpsels *VS*. Ist die Leitung frei, so stehen die Klinkenhülsen im Potential der Erde; ein Geräusch im Fernhörer der Telephonistin ist also nicht wahrnehmbar, da die Spitze des Verbindungsstöpsels ebenfalls über die Wicklung 2 des Übertragers *Ue* mit Erde verbunden ist.

Ist jedoch die verlangte Leitung besetzt, so stehen die Klinkenhülsen im Potential des freien Pols der 8 Volt-Batterie B_2. Sobald also die Stöpselspitze eine Klinkenhülse berührt, wird der Kondensator C_1 durch die Batterie B_2 geladen. Der Ladestrom verursacht im Fernhörer das Geräusch, welches der Telephonistin das Besetztsein der Leitung anzeigt.

Ist die Leitung frei, so wird der Verbindungsstöpsel *VS* in die Vielfachklinke der betreffenden Leitung eingesteckt. Hierdurch wird folgendes erreicht:

1. das Unterbrechungsrelais der verlangten Leitung wird durch die 8 Volt-Batterie bethätigt und damit das Anrufrelais dieser Leitung isoliert;

2. alle Klinken der verlangten Leitung zeigen Besetztsein, da sie sich im Potential der 8 Volt-Batterie befinden;

3. die beiden Pole der 20 Volt-Batterie B_1 werden mit den Zuleitungen zu der verlangten Teilnehmerstelle so verbunden, dass der Stromkreis der

Batterie erst geschlossen wird, wenn der Teilnehmer seinen Hörer vom Haken genommen hat. Solange der verlangte Teilnehmer seinen Hörer nicht abgenommen hat, sendet die Batterie B_1 keinen Strom in die Leitung. Infolgedessen bleibt das Kontrolrelais *KRv* unthätig; es fliesst daher der Strom der 8 Volt-Batterie gänzlich durch die Lampe *KLv*, deren Nebenschluss jetzt isoliert ist. Die Lampe erglüht infolgedessen; solange sie leuchtet, hat also der verlangte Teilnehmer seinen Fernhörer noch nicht vom Haken abgenommen.

Der Anruf des verlangten Teilnehmers erfolgt mit der Taste H_2, wenn der Wecker an den *b*-Draht angeschlossen, also wie in der Stelle Th_1 geschaltet ist und mit dem Rufschlüssel H_3, wenn der Wecker an den *a*-Draht angeschlossen, also wie in der Stelle Th_2 geschaltet ist.



Fig. 402.

Wird die entsprechende Ruftaste gedrückt, so durchläuft der Wechselstrom des Induktors *J* den polarisierten Wecker und den Kondensator der verlangten Teilnehmerstelle. Der Teilnehmer antwortet auf den Ruf durch Abnahme des Fernhörers, wodurch der Stromschluss für die Batterie B_1 des Vermittelungsamtes hergestellt wird. Das Mikrophon der verlangten Teilnehmerstelle wird also durch die gemeinsame Batterie B_1 des Vermittelungsamtes gespeist. Da nunmehr auch das Kontrolrelais *KRv* durch die Batterie B_1 bethätigt wird, so erlischt die Glühlampe, weil jetzt ihr Nebenschluss in Wirksamkeit tritt.

Das Schlusszeichen bildet das gleichzeitige Aufleuchten der beiden Kontrollampen *KLa* und *KLv* des benutzten Schnurpaars. Die beiden Lampen glühen nur dann gleichzeitig auf, wenn beide Teilnehmer nach Beendigung des Gesprächs ihren Fernhörer an den Haken hängen.

Will ein Teilnehmer während einer Verbindung die Aufmerksamkeit der Telephonistin erregen, so braucht er nur einige Male den Haken für den Fernhörer auf und ab zu bewegen, wodurch im Vermittelungsamte die betreffende Signallampe aufglüht und erlischt. Dies ist besonders wichtig, wenn ein Teilnehmer gleich nach Beendigung eines Gesprächs eine neue Verbindung verlangt, oder wenn er schleunigst von einem unrichtig ausgeführten Anschlusse getrennt werden will: die Telephonistin kann dieses auffallende Signal niemals mit dem Schlusszeichen verwechseln.

Verbindung zweier Sprechstellen mit gemeinsamer Anschlussdoppelleitung. Will die Sprechstelle Th_1 mit der an dieselbe Doppelleitung angeschlossenen Sprechstelle Th_2 in Verbindung treten, so ruft die Telephonistin die Sprechstelle Th_2 mittelst des Tasters H_3 an; im übrigen wird wie bei der Verbindung von zwei mittelst besonderer Doppelleitungen angeschlossenen Sprechstellen verfahren. Eine Prüfung der Vielfachklinke auf Besetztsein der Leitung fällt naturgemäss weg. Das Schlusszeichen wird auch hier durch die Kontrollampen *KLa* und *KLv* gegeben, welche beide aufleuchten, wenn der Hörer in beiden Sprechstellen an den Haken gehängt wird.

Schaltung und Betrieb der Fernleitungen (Fig. 403). Die Fernleitung *Fa/b* ist mit der Lokalklinke *Kf* des Fernleitungsschrankes unmittelbar verbunden. Die Ruhekontakte dieser Klinke stehen mit den Federn

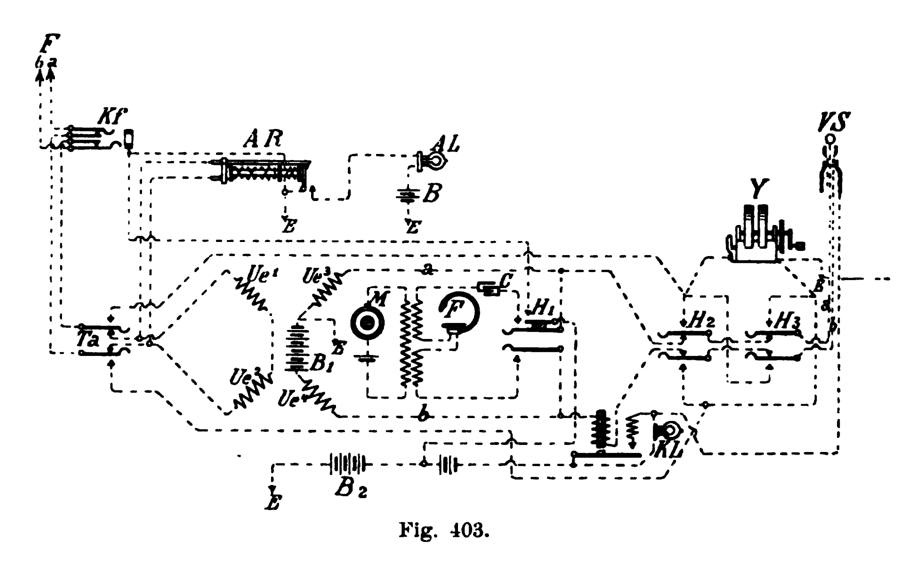


Fig. 403.

der Anruftaste *Ta* in Verbindung, von deren Ruhekontakten Drahtverbindungen nach den Wicklungen 1 und 2 des Übertragers *Ue* führen. Ausserdem stehen die Ruhekontakte der Anruftaste noch mit dem Anrufrelais *AR*, welches die Bauart einer selbstthätigen Klappe hat, in Verbindung. Das Fallen der Relaisklappe bewirkt, dass der Strom der 4 Volt-Batterie *B* die als Alarmsignal dienende Lampe *AL* bethätigt.

Die Wicklungen 3 und 4 des Übertragers sind in die Schnurenden *a* und *b* des Verbindungsstöpsels *VS* eingeschaltet; zwischen den Wicklungen liegt die gemeinsame 20 Volt-Batterie B_1. Durch den Hörschlüssel H_1 kann sich die Telephonistin des Fernschrankes in den Stromkreis der Verbindungsschnur einschalten und über den Übertrager *Ue* in die Fernleitung sprechen. Bei Einschaltung der Sprechgarnitur durch den Hebel H_1 wird gleichzeitig der Strom der Batterie B_2 über den vorderen Elektromagnet des Anrufrelais *AR* geschlossen, was das Verlöschen der Anruflampe zur Folge hat.

1. Ein Teilnehmer wird von der Fernleitung verlangt. — Die Telephonistin des Fernschrankes gebraucht den Stöpsel *VS* wie einen gewöhnlichen Verbindungsstöpsel; sie verbindet durch ihn mit der gewünschten

Teilnehmerleitung entweder direkt oder durch eine Vermittelungsleitung über das Ortsamt. Der Teilnehmer wird entweder durch die Taste H_2 oder H_3 angerufen, je nachdem der Wecker der Sprechstelle an den *a*- oder an den *b*-Draht angeschaltet ist. Die Trennung der Verbindung erfolgt, sobald die beiden Signallampen *AL* und *KL* durch gleichzeitiges Aufleuchten das Ende des Gesprächs anzeigen.

2. Ein Teilnehmer wünscht eine Verbindung mit einer Fernleitung. — Die Telephonistin verbindet den Stöpsel *VS* mit der Leitung des anrufenden Teilnehmers; dann ruft sie das gewünschte Fernamt mittelst der Taste *Ta* an. Das Schlusszeichen bildet wiederum das Aufleuchten der beiden Lampen *AL* und *KL*.

7. Das Vielfachsystem von Kellog.

Da von einem Arbeitsplatz eines Vielfachumschalters aus sämtliche Verbindungsklinken von dem Beamten erreichbar sein müssen, so ist die natürliche Grenze für die Grösse der Klinkentafeln gegeben. Durch Verkleinerung und zweckmässigere Anordnung der Klinken hat man die Aufnahmefähigkeit der einzelnen Systeme so gesteigert, dass die Klinkentafeln der Umschalter für grosse Ämter jetzt meist eine Aufnahmefähigkeit von 12000 Klinken haben. Die Bestrebungen, noch mehr Verbindungsklinken in den Umschaltetafeln unterzubringen, werden überall fortgesetzt. Siemens & Halske haben Vielfachumschalter für 14000 Teilnehmer, die Western Electric Company solche für 20000 Teilnehmer konstruiert.

Kellog in Chicago hat die Aufgabe, in einem Vermittelungsamte mehr Leitungen unterzubringen und in Vielfachschaltung zu betreiben, als jetzt die Klinkentafeln der gebräuchlichen Vielfachumschalter erlauben, auf folgende Weise gelöst.

Das Vermittelungsamt wird in zwei Unterämter *A* und *B* geteilt, welche beide mit Vielfachumschaltern ausgerüstet werden.

Die eine Hälfte Leitungen geht zunächst zu den Vielfachumschaltern des Unteramtes *A*. Hier durchläuft jede Leitung sämtliche Verbindungsklinken sowie eine Abfrageklinke mit der zugehörigen Anrufklappe, sie geht dann zu einer Abfrageklinke und Anrufklappe in einer Umschaltetafel des Unteramtes *B* und von da als Doppelleitung zurück oder als Einzelleitung zur Erde.

Die andere Hälfte der Leitungen geht in entsprechender Weise zunächst zu den Vielfachumschaltern des Unteramtes *B* und dann weiter zum Unteramte *A*. Jede Leitung hat ebenso in beiden Unterämtern je eine Abfrageklinke und eine Anrufklappe, dagegen nur im Unteramte *B* Verbindungsklinken. Die Anrufklappen sind polarisiert, und zwar sprechen die Klappen des einen Unteramtes nur auf positive Ströme und die des anderen nur auf negative Ströme an.

Will ein Teilnehmer des Unteramtes *A* mit einem Teilnehmer desselben Unteramtes sprechen, so schickt er positiven Strom in die Leitung, auf welchen die Anrufklappe seiner Leitung im Unteramte *A* anspricht, wogegen die Anrufklappe im Unteramte *B* nicht bethätigt wird. Der Vermittelungsbeamte nimmt das Verlangen des Teilnehmers durch Einschaltung seines Abfragesystems in die Abfrageklinke des Unteramtes *A* entgegen und verbindet in gewöhnlicher Weise mit dem gewünschten Teilnehmer.

Wenn jedoch der Teilnehmer des Unteramtes *A* einen Teilnehmer des Unteramtes *B* sprechen will, so muss er negativen Strom in die Leitung schicken und durch diesen seine Anrufklappe im Unteramte *B* bethätigen. Es fragt nun der Beamte im Unteramte *B* ab und führt die Verbindung ebenfalls in gewöhnlicher Weise aus.

Bei dieser Anordnung hat also in einem Vermittelungsamte von 24000 Leitungen jeder Beamte nur 12000 Verbindungsklinken wie bei den jetzigen grossen Umschaltetafeln zu bedienen.

Im Vergleich zu den gewöhnlichen Vielfachsystemen braucht das KELLOGsche System nur die Hälfte Verbindungsklinken, dagegen die doppelte Anzahl von Abfrageklinken und Anrufklappen.

Das System bedingt, dass der Teilnehmer nach Bedarf positiven oder negativen Strom in die Leitung senden kann. Für diesen Zweck erhält der zum Anruf dienende Magnetinduktor eine besondere Einrichtung, durch welche die von ihm erzeugten positiven und negativen Stromwellen voneinander getrennt werden. Auf die Ankerwelle wird von dieser isoliert ein Cylinder aufgesetzt, dessen eine Hälfte aus Ebonit und dessen andere Hälfte aus Messing besteht. Die Messinghälfte steht mit der Leitung in Verbindung. Zwei Federn pressen sich von entgegengesetzten Seiten an den Cylinder an und zwar ist die Anordnung so getroffen, dass die eine Feder das Messingstück berührt, wenn die positive Stromwelle erzeugt wird und die andere, wenn die negative Stromwelle entsteht. Beide Federn sind mit einer Taste derartig verbunden, dass bei Drehung der Induktorkurbel positiver Strom in die Leitung tritt, wenn die Taste nicht gedrückt wird, negativer dagegen, wenn sie niedergedrückt ist.

8. Das elektro-mechanische Fernsprechamt
(System Strowger).

Die Versuche zum Ersatze der menschlichen Bedienung der Fernsprechanschlussleitungen auf den Fernsprechämtern durch selbstthätige oder von der Teilnehmerstelle aus zu bethätigende mechanische Vorrichtungen reichen bis in die Anfänge des Fernsprechwesens zurück.

Unter den vielen in Vorschlag gebrachten Systemen hat nur die von dem Amerikaner ALMON B. STROWGER getroffene Anordnung bis jetzt praktische Bedeutung erlangt. Die erste von STROWGER 1893 in einer kleinen Stadt des Staates Indiana U. S. A. eingerichtete Versuchsanlage für etwa zweihundert Teilnehmer bedingte noch, dass jede Teilnehmerstelle durch fünf Leitungen mit dem Vermittelungsamte verbunden werden musste. Späterhin gelang es, die Apparate und das System so zu vereinfachen, dass jetzt zum Anschluss der Teilnehmerstellen nur noch Doppelleitungen erforderlich sind.

1898 führte die Amerikanische Regierung das System als geheimes Verkehrsmittel zwischen der Wohnung des Präsidenten und seiner Räte sowie zwischen den Regierungsbehörden in Washington ein. In den Vereinigten Staaten sind bis jetzt etwa 40 Anlagen mit 50—600 Teilnehmern zur Ausführung gelangt; in Europa sind einige kleinere Versuchsanlagen in London, Kopenhagen und Paris im Betriebe.

Eine grössere Versuchsanlage für 400 Anschlüsse ist in Berlin zur Einrichtung gekommen; an sie waren etwa 200 Dienststellen der Reichs-Post-

und Telegraphenverwaltung sowie der übrigen Staatsverwaltungen, und 200 Stellen für Banken und grössere Geschäftshäuser angeschlossen. Die Anlage wurde am 1. Mai 1900 in Betrieb genommen. Das Betriebsergebnis war ein so befriedigendes, dass die Reichs-Telegraphenverwaltung die Anlage in das Eigentum des Reichs übernommen und jetzt in den öffentlichen Verkehrsdienst gestellt hat.

Die Fig. 404 u. 405 veranschaulichen die gesamte Einrichtung des Berliner elektro-mechanischen Fernsprech-Vermittelungsamtes. Fig. 404 zeigt in der Mitte die in gewöhnlicher Weise bewirkte Heranführung der Anschlussleitungen an Kohlenblitzableiter für Doppelleitungen und links das Gestell für die Ein- und Ausschalter der Speiseleitungen für die Bethätigung der Anschlusswählervorrichtungen, welche durch Figur 405 dargestellt werden.

Wähler.

Der Wähler. — Jeder an die Vermittelungsanstalt angeschlossene Teilnehmer erhält auf dem Amte einen zu jeder Zeit ihm zur alleinigen Verfügung stehenden Schaltapparat (Wähler) zugeteilt, mit welchem die Anschlussleitung dauernd verbunden ist. Auf dem Berliner Amte sind 25 Wähler auf einem Brette befestigt und 4 solcher Bretter zu einem Gestell vereinigt. Das fünfte hinterste Gestell der Fig. 405 trägt die Hauptwähler, welche bei einer Anlage von mehr als 100 Teilnehmern erforderlich sind.

Die Gestelle sind freistehend angeordnet und die Wähler somit von beiden Seiten leicht zugänglich. Jeder Wähler kann in kurzer Zeit ausgeschaltet und durch einen andern ersetzt werden.

Der Wähler besteht in der Hauptsache aus einer Welle, welche von dem Teilnehmer selbst durch Bethätigung von Elektromagneten auf dem Vermittelungsamte zunächst in die Höhe geschoben und dann um ihre Achse gedreht werden kann. Fig. 406 zeigt einen solchen Wähler. Auf dem Wählerkörper sind drei Kontaktsätze in einer solchen Stellung befestigt, dass die Kontaktarme nach dem Emporschreiten der Welle um einen oder mehrere Schritte bei Drehung der Welle über die Kontakte der entsprechenden Anschlussreihe hinweggleiten.

Nummerschalter.

Der Nummerschalter. — Die Teilnehmerstellen sind mit Fernsprechsystemen ausgerüstet, in welche ein besonderer Nummerschalter eingebaut ist. Es können auch gewöhnliche Fernsprechsysteme verwendet werden; diesen ist dann ein Nummerschalter nach dem Strowger-System vorzuschalten. Durch den Nummerschalter kann der Teilnehmer seinen Wähler auf dem Vermittelungsamt auf die der gewünschten Verbindung entsprechenden Kontakte einstellen.

Fig. 407 stellt den Teilnehmersprechapparat mit der an der Aussenwand des Gehäuses befindlichen Drehscheibe des Nummerschalters dar, Fig. 408 veranschaulicht die Konstruktion des Nummerschalters.

Betriebsweise. — Will man eine Teilnehmerstelle z. B. 73 anrufen, so nimmt man den Fernhörer aus der Gabel des Ein- und Ausschalters am Fernsprechgehäuse, greift in die Fingeröffnung 7 der Scheibe des Nummerschalters und dreht dieselbe nach unten, bis der Finger den Anschlag trifft. Danach wird die Scheibe losgelassen; sie schnellt in ihre Ruhelage zurück. Hierbei werden durch eine sinnreiche mechanische Vorrichtung beide Leitungszweige des Anschlusses in der Sprechstelle siebenmal an Erde gelegt und dadurch der eine Elektromagnet des Wählers auf dem Vermittelungsamte siebenmal bethätigt; die Wählerwelle steigt infolgedessen sieben Schritte empor. Wird dieses Verfahren bei Fingeröffnung 3 wiederholt, so dreht sich nunmehr die Wählerwelle unter Einwirkung des zweiten Elektromagnets

Fig. 404.

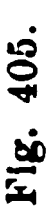


Fig. 405.

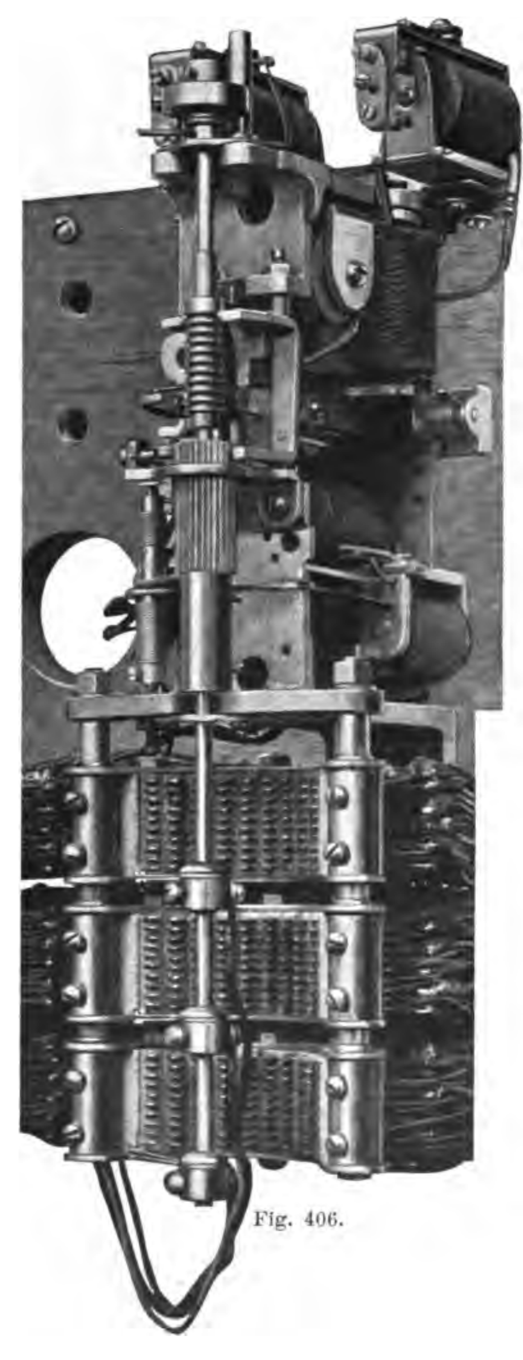


Fig. 406.

um 3 Schritte und die Kontaktarme liegen dann auf Kontakt 73. Die Welle wird in den gewonnenen Stellungen Schritt für Schritt durch eine doppelte Sperrklinke gehalten. Der Teilnehmer hat jetzt nur noch die Kurbel seines Anrufinduktors zu drehen, um den gewünschten Teilnehmer in der gewöhnlichen Weise anzurufen.

Ist die gewünschte Anschlussleitung No. 73 besetzt, so nimmt dies der verlangende Teilnehmer durch ein summendes Geräusch in seinem Hörer wahr. An Stelle dieses Signals kann auch die phonographische Antwort „Besetzt, bitte später rufen" durch Einschaltung eines Phonographen gegeben werden.

In diesem Falle und ebenfalls nach Schluss eines Gesprächs hängt der anrufende Teilnehmer, ohne abzuläuten, seinen Hörer wieder auf. Hierdurch werden die Elektromagnete seines Wählers in der Weise erregt, dass die Welle in ihre Ruhelage zurückfällt.

Bei Ämtern mit über 100 bis zu 1000 Teilnehmern treten bei der Herstellung jeder Verbindung zwei Wähler in Wirksamkeit und es müssen infolgedessen zur Numerierung der Teilnehmeranschlüsse ausschliesslich vierstellige Zahlen, z. B. 1001 bis 2000 oder 4001 bis 5000 benutzt werden. Bei solchen Anlagen ist der anrufende Teilnehmer durch die vorher geschilderten beiden Bewegungen der Welle im ersten Schaltapparat „Vorwähler" noch nicht mit einem andern Teilnehmer, sondern erst mit einem zweiten Schaltapparat „Hauptwähler" verbunden. Die Hauptwähler sind in Gruppen zu 10 aufgestellt. Die Wahl dieser Zahl geht von der durch die Erfahrung bestätigten Voraussetzung aus, dass nicht mehr als ein Fünftel der angeschlossenen Teilnehmer gleichzeitig sprechen, dass also, da eine Verbindung immer zwischen zwei Teilnehmern besteht, durchschnittlich nicht mehr als 10 Verbindungen zwischen 100 Teilnehmern gleichzeitig bestehen. In dem Hauptwähler wieder-

holt sich durch Weiterdrehen der Nummerscheibe der gleiche Vorgang wie im Vorwähler, sodass nach Vollendung der letzten Drehung die Verbindung mit dem gewünschten Teilnehmer hergestellt ist.

Ämter mit über 1000 bis 10000 Anschlüssen bedingen für die Herstellung jeder Verbindung nacheinander die Inanspruchnahme von 3 Wählern; noch grössere Ämter würden 4 Wähler erfordern.

Die Nummern, durch welche die Teilnehmer bezeichnet werden, müssten sich beim Hinzutritt eines weiteren Wählers um zwei Ziffern vergrössern,

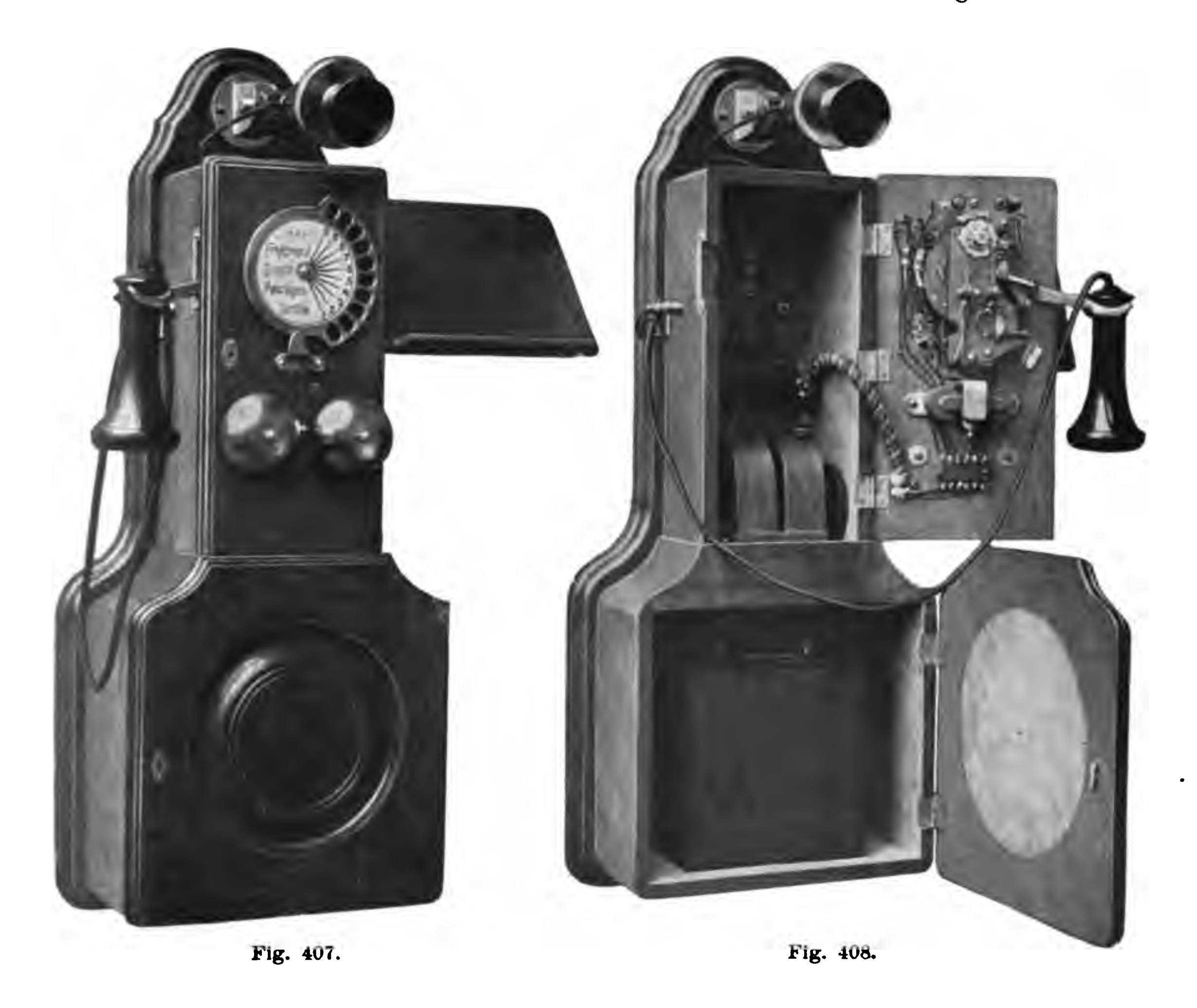


Fig. 407. Fig. 408.

wenn nicht durch die Konstruktion des Nummerschalters dafür gesorgt wäre, dass einige Bewegungen des Wählers sich ohne Mitwirkung des Teilnehmers unmittelbar an die vorausgegangenen anschliessen. Nach Ausführung ihrer Bewegungen schalten sich die in Betracht kommenden Wähler in Nebenschluss zu der Sprechleitung und verharren hierin bis zur Auslösung durch das Aufhängen des Fernhörers in der Sprechstelle des anrufenden Teilnehmers; sie fallen dann sämtlich auf einmal in ihre Ruhelage zurück.

Die Konstruktion der Wähler ist eine verhältnismässig einfache, da ihre Bewegungen nur in zwei Richtungen schrittweise und dabei bis zur Aus-

lösung immer fortschreitende sind. Da die Bewegungen der einzelnen Apparate des Vermittelungsamtes mit wenigen Ausnahmen Schritt für Schritt vom Teilnehmer selbst veranlasst werden, so wird man das Strowger-System nicht als automatisches, sondern besser als elektromechanisches Vermittelungsamt zu bezeichnen haben. Die mechanische Sicherheit ist auch die Hauptbedingung einer guten Wirksamkeit eines solchen Systems. Da diese nach den bisherigen Erfahrungen erreicht ist, so erscheint es nicht zweifelhaft, dass dem Strowger-System eine grosse Zukunft bevorsteht.

9. Die Braunsche Kontroluhr für Verbindungsleitungen.

Die einzelnen Vermittelungsanstalten grosser Orte sind in der Regel untereinander und mit den Vermittelungsanstalten der Vor- und Nachbarorte durch eine grössere Anzahl Leitungen verbunden. Die von dem Postinspektor Braun konstruierte Kontroluhr ermöglicht es, die auf dem anderen Amte noch nicht besetzten abgehenden Verbindungsleitungen leicht herauszufinden. Sie ist auf dem Amte mit den ankommenden Leitungen z. B. so verbunden, wie Fig. 354 veranschaulicht, und hat folgende Einrichtung.

Die Ankerhemmung einer gewöhnlichen Uhr läuft in einen Hammer h aus, welcher sich zwischen zwei feststehenden Kontakten c und c_1 (Fig. 409) bewegt, beim Gange der Uhr abwechselnd den einen und den anderen Kontakt berührt und hierdurch in einem in Fig. 410 dargestellten Stromkreise den Widerstand w_2 zu- oder abschaltet. Die infolgedessen in der Wicklung i_1 einer Induktionsrolle J hervorgerufenen Stromänderungen erzeugen in der Wicklung i_2 Induktionsströme, die sich in alle auf Klappe liegenden Verbindungsleitungen verteilen und darin beim anderen Amte als kurzes, scharf abgegrenztes, dem Ticken der Uhr entsprechendes Knacken wahrgenommen werden. Damit diese Uhrgeräusche sich nicht auf benachbarte Leitungen übertragen, sind die als abgehende Verbindungsleitungen zu betreibenden Drähte so zu schalten, dass sie während der Ruhe mit Erde verbunden sind. Die Batterie B besteht aus einem Sammler von zwei Volt Spannung oder aus zwei Kupferelementen.

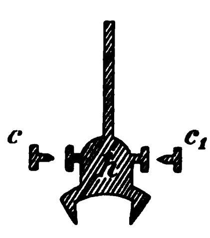


Fig. 409.

Die Induktionsrolle J hat für die Wicklung i_1 einen Widerstand von 15 Ohm und für i_2 einen solchen von 3 Ohm. In der Reichstelegraphie ist die Braunsche Kontroluhr vielfach und insbesondere auf den Ämtern zur Anwendung gekommen, die mit Stockschen oder Mix & Genestschen Vielfachumschaltern ausgerüstet sind.

Beim Doppelleitungsbetrieb ist von dem Drahte a jeder Verbindungsleitung hinter dem Klappensystem eine Abzweigung über einen Widerstand w_1 von 600 Ohm, einen selbstthätigen Umschalter U und die Wicklung i_2 der Induktionsrolle J mit der für alle ankommenden Leitungen gemeinsamen Erde E herzustellen.

In der Ruhelage drückt der Stöpsel den Hebel des Umschalters U auf einen Kontakt k, wodurch der Draht a mit i_2 Verbindung erhält. Beim Emporheben des Stöpsels wird die Verbindung aufgehoben und die Kontroluhr abgeschaltet.

Ob die Uhr am anderen Endpunkt einer Verbindungsleitung eingeschaltet ist oder nicht, d. h. ob die Leitung frei oder besetzt ist, wird nach Einsetzen des Stöpsels in die Klinke am Auftreten oder Fehlen des Uhrgeräusches erkannt. Die Prüfung, ob die Verbindungsleitung innerhalb des eigenen Amtes besetzt ist, geschieht ausserdem in gewöhnlicher Weise durch Anhalten des Stöpsels an die Klinkenhülse.

Beim Einzelleitungsbetriebe wird die Wicklung i_2 der Induktionsrolle unmittelbar in die Erdleitung der Umschaltetafeln für Verbindungs-

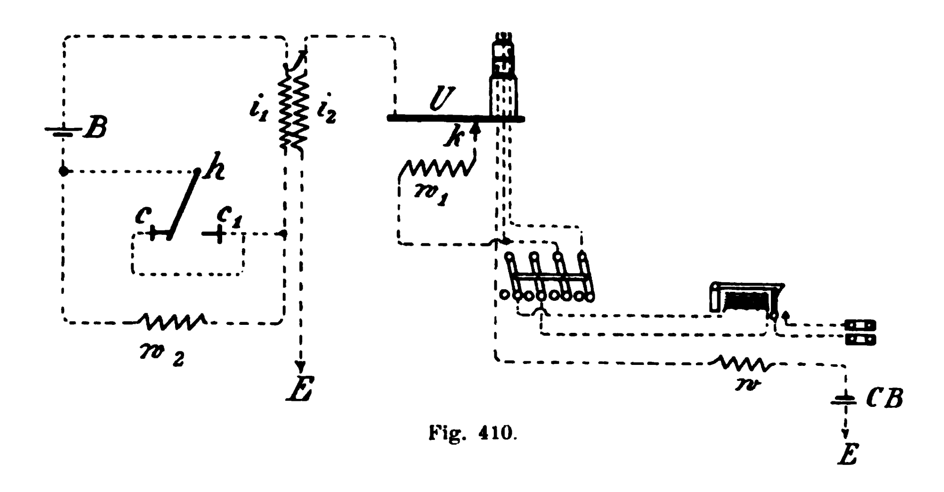


Fig. 410.

leitungen eingeschaltet. Solange der Stöpsel einer auf Klappe liegenden Verbindungsleitung in der Ruhelage auf der Erdschiene oder der Erdfeder aufliegt, ist der Körper des Stöpsels und damit die Leitung mit der Erdleitung verbunden, also an die Uhr angeschaltet. Wird der Stöpsel emporgehoben, so ist die Verbindung mit der Erdleitung und zugleich mit der Uhr unterbrochen.

II. Fernverkehr.

In grösseren Stadtfernsprecheinrichtungen mit verhältnismässig geringem Fernverkehr können die Fernleitungen mit auf die Vielfachumschaltetafeln für den Ortsverkehr geschaltet werden; bei lebhafterem Fernverkehr dagegen müssen besondere Fernämter zur Einrichtung kommen.

I. Schaltung von Fernleitungen auf Vielfachumschalter für Teilnehmerleitungen.

a) Betrieb von Fernleitungen an Vielfachumschaltern kleiner Schrankform (System Mix & Genest).

Die von den Blitzableitern kommenden Drähte *a* und *b* (Fig. 411 u. 412) einer Fernleitung werden an je eine Vorschalteklinke k_1 und k_2 gelegt, welche in einem Klinkenkasten für zehn Klinken untergebracht sind.

Von den Vorschalteklinken aus ist jede Doppelleitung zunächst über einen Doppelstöpsel *s* an den ersten Vielfachschrank und hier über eine Abfrageklinke k_3 hinweg zu einer Anrufklappe *K* von 150 Ohm Widerstand geführt. Ist der erste Vielfachschrank ein Schrank für Verbindungsleitungen,

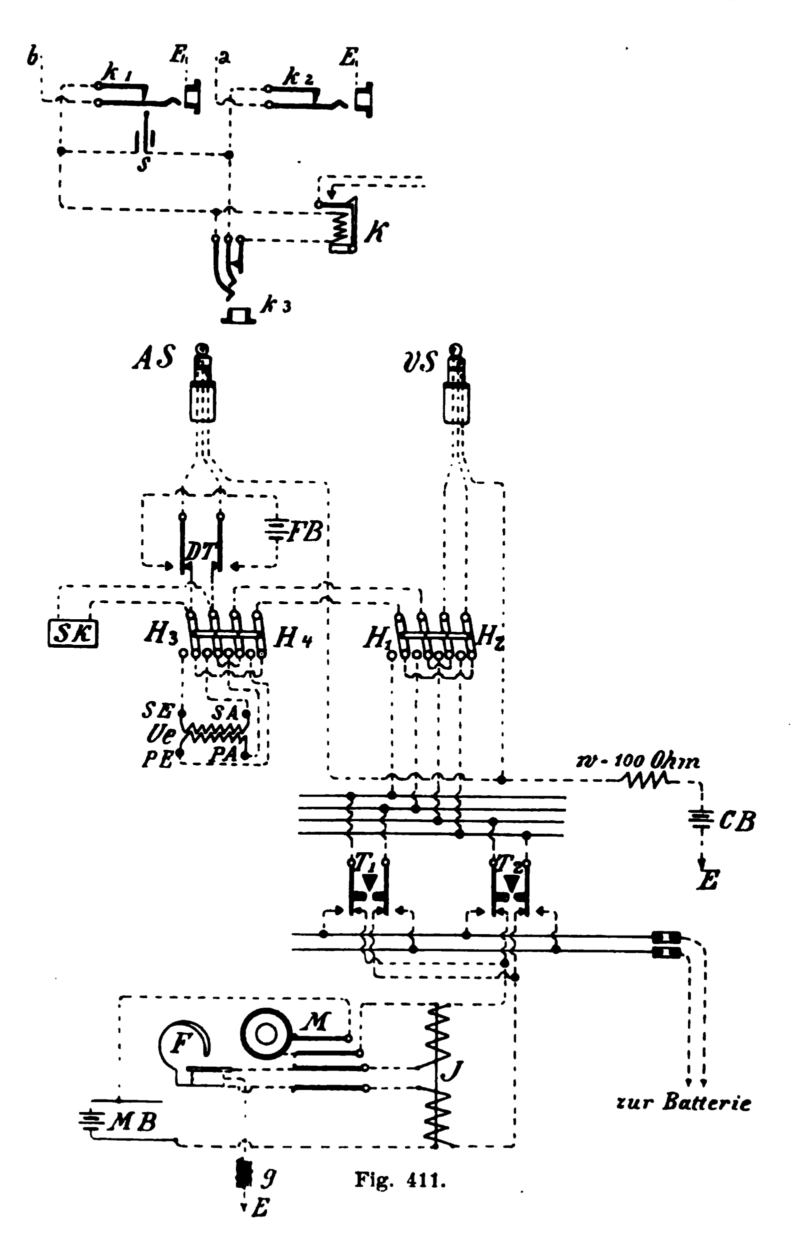


Fig. 411.

so wird vor die Abfrageklinke noch eine zweiteilige Kontrolklinke eingeschaltet (Fig. 412).

Um die Fernleitung sowohl als Schleife wie als Einzelleitung betreiben und um sie mit Doppel- wie mit Einzelleitungen verbinden zu können, wird sie mit zwei Schnursystemen des Umschalters in folgender Weise in Verbindung gebracht.

Der Hebelumschalter $H_3 H_4$ des einen Schnursystems wird nach Abnahme sämtlicher Zuführungen in das zweite Schnursystem zwischen dem Stöpsel AS und dem Hebelumschalter $H_1 H_2$ eingefügt. Mit dem Umschalter H_3 H_4 werden die beiden Rollen eines Induktionsübertragers Ue derart verbunden, dass

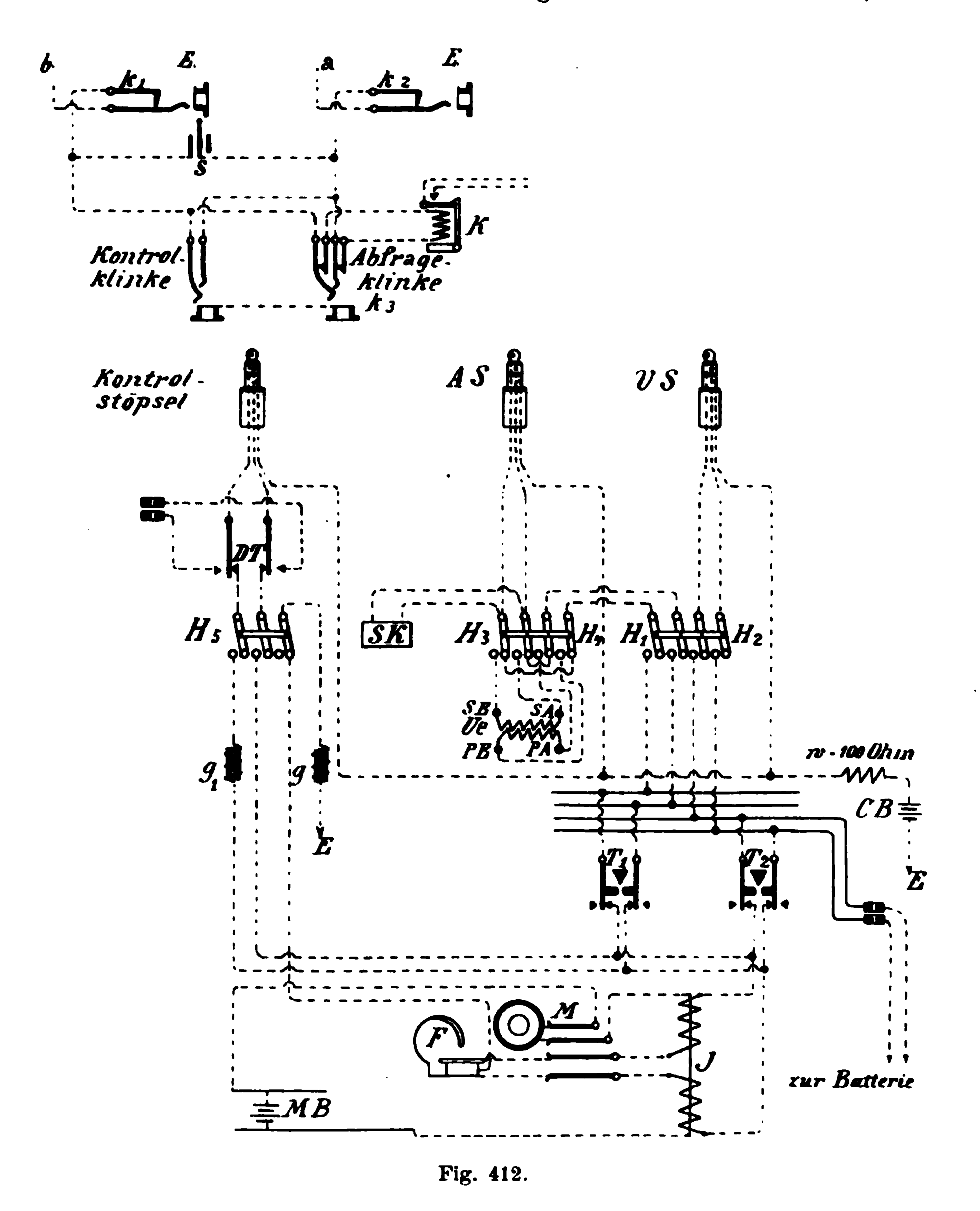


Fig. 412.

letzterer durch Umlegen der Umschalterkurbel nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet werden kann.

Die zum Anrufe nach ausserhalb erforderliche, für mehrere Leitungen gemeinsame Fernbatterie FB wird bei den Schränken für Teilnehmerleitungen unter Verwendung einer neu einzusetzenden Doppeltaste DT zwischen den Stöpsel AS und den Umschalter H_3 H_4 gelegt. An den Schränken für Ver-

bindungsleitungen wird die Fernbatterie *FB* bez. der Induktor mit der Doppeltaste *DT* in die Schnur des Kontrolstöpsels eingeschaltet.

Die Schlussklappe *SK*, welche vor dem Umschalter H_3 H_4 als Brücke zu beiden Leitungszweigen liegt, hat hohe Selbstinduktion und einen Widerstand von rund 600 Ohm.

Betriebsweise.

Anruf von ausserhalb. — In den Vorschalteklinken, Abfrage- und Kontrolklinken stecken keine Stöpsel. Der Anruf bringt die Klappe *K* zum Fallen.

Abfragen. — Der Hebelumschalter H_3 H_4 ist nach hinten (in den Figuren nach rechts) gestellt, wodurch der Induktionsübertrager ausgeschaltet wird. Der Umschalter H_1 H_2 ist nach vorn (in den Figuren nach links) umzulegen, nachdem der Stöpsel *AS* in die Klinke k_3 eingesetzt worden ist. Das Abfragen erfolgt an dem Abfragesystem *MF*.

Anschluss einer Teilnehmerleitung an die Fernleitung. Der Stöpsel *VS* ist in die geprüfte Klinke der Teilnehmerleitung einzusetzen; der Teilnehmer wird durch Niederdrücken der Taste T_2 angerufen. Ist die Anschlussleitung eine Doppelleitung, so wird, nachdem der Teilnehmer sich gemeldet hat, nur der Hebelumschalter H_1 H_2 nach hinten zurückgelegt und hierdurch eine unmittelbare Verbindung der Fern-Doppelleitung mit der Teilnehmer-Doppelleitung durch das Schnursystem hergestellt.

Ist die Anschlussleitung eine Einzelleitung oder ist bei unmittelbarer Verbindung von Doppelleitungen eine Verständigung wegen auftretender Erdgeräusche nicht möglich, so wird ausserdem der Hebelumschalter H_3 H_4 nach vorn (in der Figur nach links) umgelegt und dadurch der Induktionsübertrager *Ue* eingeschaltet.

Anruf nach ausserhalb. — An den Schränken für Teilnehmerleitungen wird zum Anrufe nach ausserhalb die Doppeltaste *DT* niedergedrückt; an den Schränken für Verbindungsleitungen dagegen muss zu diesem Zwecke der Kontrolstöpsel in die Abfrageklinke k_3 eingesetzt und hierauf die Doppeltaste *DT* gedrückt werden.

Schlusskontrole. — Der Hebelumschalter H_1 H_2 ist nach vorn umzulegen; die Schlusskontrole erfolgt hierauf bei den Teilnehmerschränken am Abfragesystem und bei den Verbindungsschränken mittelst des Kontrolstöpsels am Fernhörer *F*. Im letzteren Falle erfolgt die Einschaltung des Fernhörers *F* durch Umlegen des Hebelumschalters H_5 nach vorn (in der Figur nach links).

Verbindung von zwei Fern-Doppelleitungen. — Sie geschieht in gleicher Weise wie die Verbindung zwischen einer Fern-Doppelleitung mit einer Teilnehmer-Doppelleitung.

Einzelleitungsbetrieb bei Störungen in den Fernleitungen. — Ist ein Draht der Fern-Doppelleitung durch Erdschluss oder Berührung gestört, so wird er durch Einsetzen eines schnurlosen roten Stöpsels gewöhnlicher Bauart in die zugehörige Vorschalteklinke isoliert. Zum Betriebe des nicht gestörten Schleifendrahts ist der Doppelstöpsel *s* in dessen Vorschalteklinke einzusetzen. In diesem Falle geht der Strom in der nicht gestörten Leitung, nachdem er das Apparatsystem über die Abfrageklinke passiert hat, über den Doppelstöpsel und die Hülse der Vorschalteklinke zur Erde.

Wenn ein Leitungsdraht unterbrochen ist, so wird nur der Doppelstöpsel *s* in die Vorschalteklinke des betriebsfähigen Leitungsdrahts eingesetzt.

Zur unmittelbaren Verbindung beider Leitungsdrähte unter Ausschluss des gesamten Apparatsystems werden ihre Vorschalteklinken durch eine Schnur mit zwei roten Stöpseln miteinander verbunden.

b) Betrieb von Fernleitungen an Vielfachumschaltern in Tischform (System Stock & Co.).

Die von den Blitzableitern kommenden Drähte *a* und *b* einer Fernleitung (Fig. 413) endigen, wie bei dem Vielfachumschalter kleiner Schrankform, an

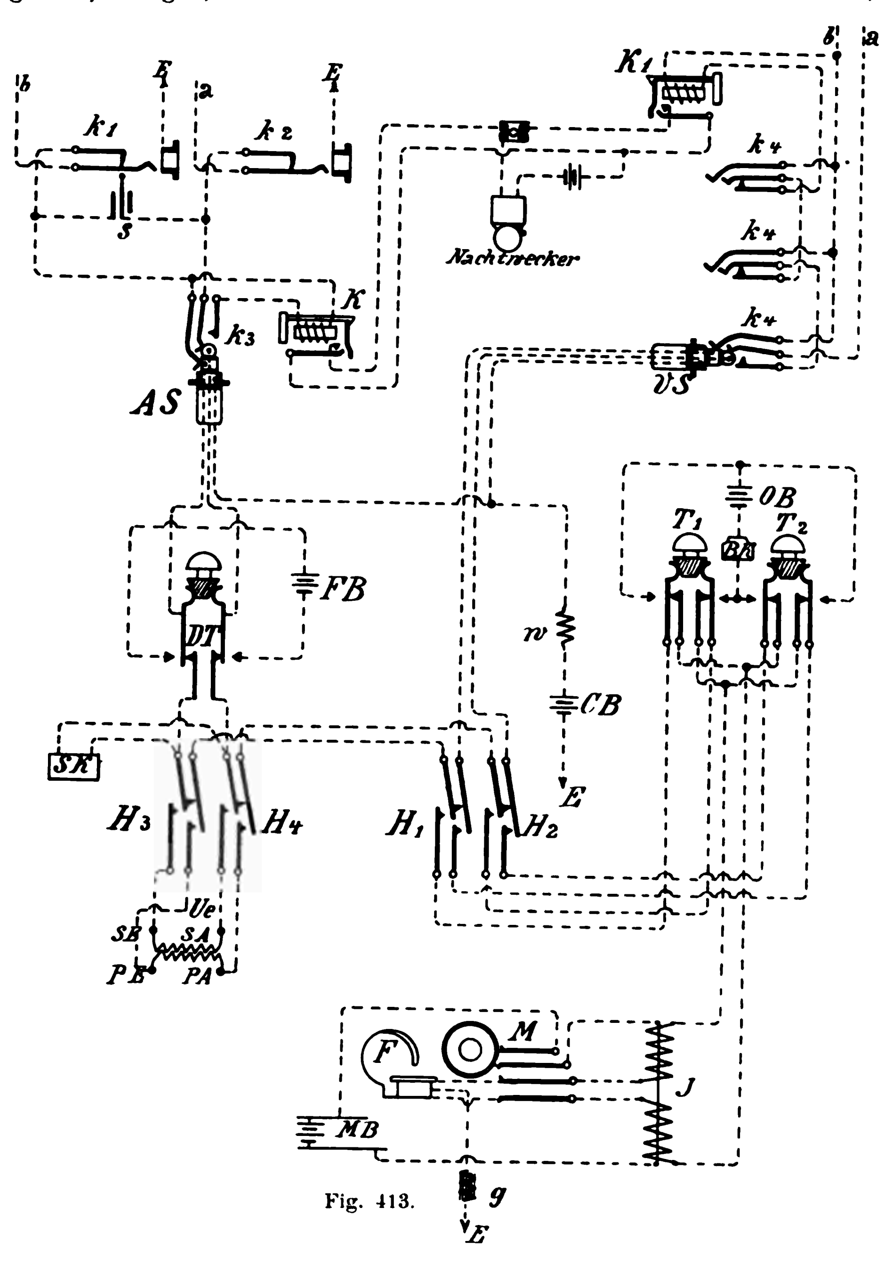


Fig. 413.

den Vorschalteklinken k_1 und k_2 und führen über den Doppelstöpsel *s* an den ersten Vielfachtisch und hier über eine Abfrageklinke k_3 zu einer Anrufklappe *K* von 150 Ohm Widerstand, wenn der erste Vielfachtisch ein Umschalter für

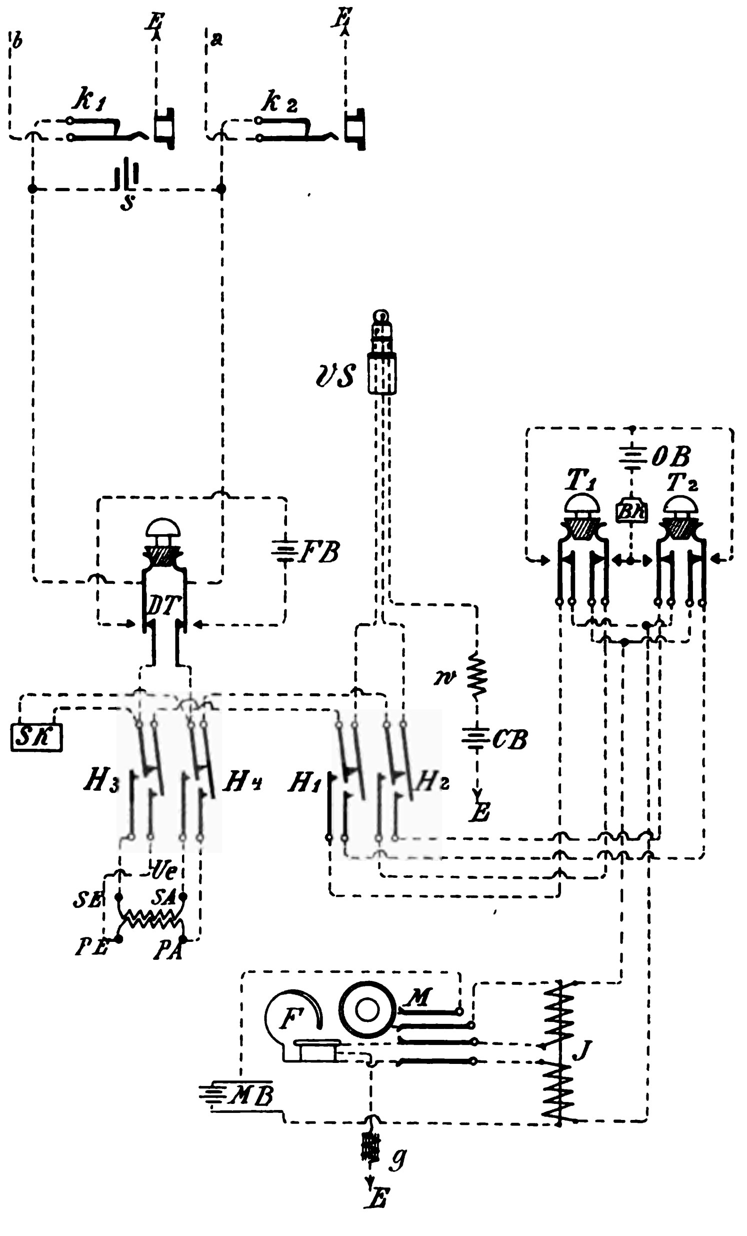


Fig. 414.

Teilnehmerleitungen ist (Fig. 413). Ist der erste Tisch ein Umschalter für ankommende Verbindungsleitungen, so werden die beiden Ferndrähte ohne Einschaltung einer Abfrageklinke und Klappe an das Apparatsystem geführt (Fig. 414).

Um die Fernleitung sowohl als Schleifen- wie als Einzelleitung betreiben und sie mit Doppelleitungen wie Einzelleitungen verbinden zu können, wird bei den Umschaltern für Teilnehmerleitungen der Hebelumschalter H_3 H_4 eines Schnursystems nach Abnahme sämtlicher Zuführungen in das zweite System zwischen den Stöpsel *AS* und den Umschalter H_1 H_2 eingefügt. Bei den Umschaltern für Verbindungsleitungen wird der Hebelumschalter H_3 H_4 über die neu einzusetzende Doppeltaste *DT* der Fernbatterie mit den beiden Drähten der Fernleitung verbunden. Die Doppeltaste *DT* im Umschalter für Teilnehmerleitungen ist ebenfalls neu einzusetzen. Die Fernbatterie *FB* ist für mehrere Leitungen gemeinsam zu verwenden. Die Schlussklappen *SK*, welche vor den Umschaltern H_3 H_4 als Brücke zu beiden Leitungsdrähten liegen, haben hohe Selbstinduktion und einen Widerstand von 600 Ohm.

Die Betriebsstellungen unter normalen Verhältnissen und bei Störungen entsprechen denjenigen für die Schaltung von Fernleitungen auf Vielfachumschalter kleiner Schrankform. Die einzelnen Stromwege sind an der Hand der Schaltungsskizzen leicht zu verfolgen.

2. Fernämter.

a) Allgemeines.

In den Fernämtern findet die Verbindung der Teilnehmerleitungen mit den Fernleitungen sowie der Fernleitungen untereinander statt.

Zu diesem Zwecke müssen nicht nur sämtliche Fernleitungen in das Fernamt eingeführt sein, sondern es müssen auch Vorkehrungen getroffen werden, dass dem Fernamte jede Teilnehmerleitung des Ortsamtes leicht zugänglich ist und die Verbindung mit den Teilnehmerleitungen so ausgeführt werden kann, dass während der Verbindung das ganze Ortsamt abgeschaltet wird, von diesem also eine unbeabsichtigte Störung der Verbindung nicht erfolgen kann.

Klinkenumschalter.

Klinkenumschalter. In der Regel werden die Fernleitungen von den Blitzschutzvorrichtungen aus unmittelbar an einen im Fernamt aufgestellten schrankförmigen Klinkenumschalter und von diesem nach den zugehörigen Fernschränken oder Ferntischen geführt. Je nach der Grösse des Fernamtes erhält der Umschalter 100 Klinken und mehr. Die allgemeine Schaltungsanordnung eines solchen Klinkenumschalters giebt Fig. 415. Die Drähte *a* und *b* jeder Fernleitung sind an die Federn zweier Klinken in der mit *L* überschriebenen linken Umschalterhälfte geführt, die Zuführungsdrähte des zugehörigen Apparatsystems — Fernschrankes oder Ferntisches — dagegen liegen an den Federn zweier Klinken in der rechtsseitigen mit *A* bezeichneten Umschalterhälfte. Die Leitungs- und Apparatklinken jeder Fernleitung liegen symmetrisch zueinander; so haben z. B. die Klinken 0 und 1 des obersten Klinkenstreifens die Fernleitung *L* 1 *a*/*b* und die Klinken 10 und 11 die Zuführungsdrähte des für gewöhnlich zum Betriebe dieser Leitung dienenden Apparatsystems *I* aufzunehmen. In ähnlicher Weise dienen die Klinken 4 und 5 der linken Umschalterhälfte zur Aufnahme von Erdleitungen und die zugehörigen Klinken 14 und 15 der rechten Hälfte zum Anschliessen des Messinstrumentes.

In den Klinken des Umschalters dürfen bei normalen Verhältnissen keine Stöpsel stecken. Jede Fernleitung ist dann wie *L* 1 *a*/*b* auf das für sie bestimmte Apparatsystem geschaltet. Zur Ausführung der im Betrieb erforderlichen Umschaltungen kommen Stöpsel *S* zur Verwendung, deren Hals derart mit einer isolierenden Hülse umgeben ist, dass beim Einsetzen des Stöpsels die Klinkenfeder über die Stöpselspitze mit der betreffenden Ader der Leitungsschnur in Verbindung tritt, während der Klinkenkörper isoliert bleibt.

Zweiaderige Schnüre mit je zwei Zwillingsstöpseln dienen zur Verbindung einer Fernleitung mit einem Aushülfsapparat oder mit dem Messsystem oder zur unmittelbaren Verbindung zweier Fernleitungen.

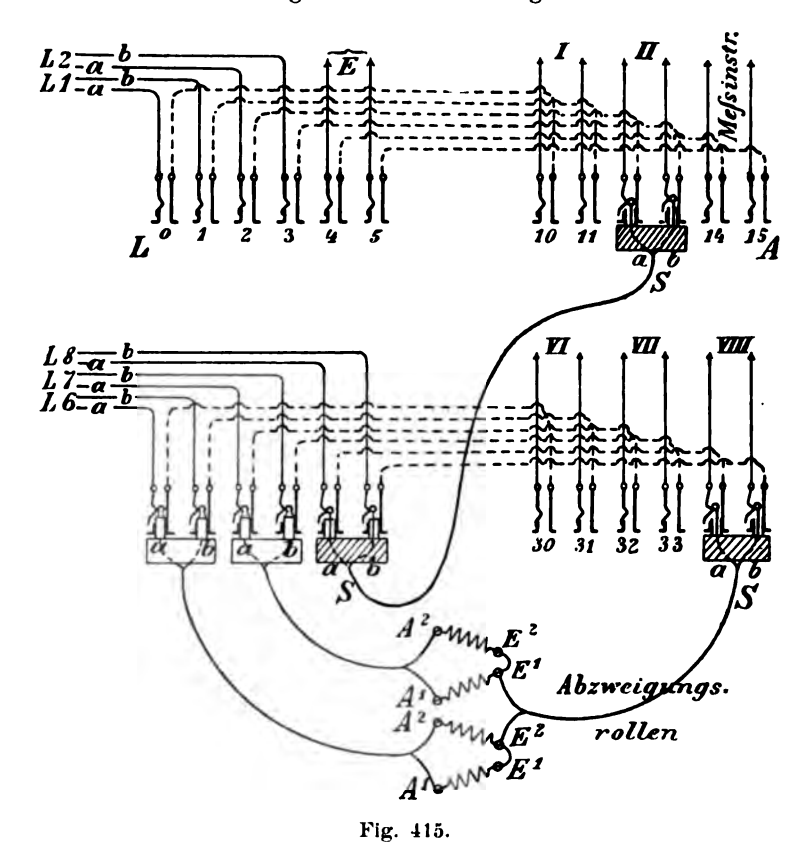


Fig. 415.

Zweiaderige Schnüre mit je drei Zwillingsstöpseln dienen zur Verbindung zweier Fernleitungen unter Einschaltung eines beliebigen Apparatsystems.

Einaderige Schnüre mit je zwei einfachen Stöpseln dienen zur Verbindung einzelner Leitungsdrähte untereinander, mit dem Messinstrument oder mit Erde. Diese Schnüre können auch zum Isolieren gestörter Leitungsdrähte dienen; ein Stöpsel ist dann in die betreffende Leitungsklinke einzusetzen, während der andere frei hängen bleibt.

Die Klinkenumschalter werden auch benutzt, um das Doppelsprechen auf den im Amte endigenden Fernleitungen unter beliebigem Leitungs- und Apparatwechsel zu ermöglichen. An den für die Doppelsprechschaltung be-

nutzten Abzweigungsrollen werden zu diesem Zwecke besondere Leitungsschnüre mit je einem Zwillingsstöpsel angebracht. Von diesen Stöpseln hat der schwarze Apparatstöpsel die gewöhnliche Form des Stöpsels, während die beiden anderen mit rotem Griffe versehenen Leitungsstöpsel keine isolierenden Hüllen an den Stöpselschäften tragen, sodass beim Einsetzen der Stöpsel in die Leitungsklinken eine Trennung der Apparate von den Leitungen nicht erfolgt.

Die Schaltung Fig. 415 besagt, dass die von den Apparatsystemen aus zu betreibenden Fernleitungen an dem Systeme *VIII* zum Doppelsprechen benutzt werden.

Fernschränke u. Ferntische.

Fernschränke und Ferntische. Die Bedienung der Fernleitungen erfolgt bei kleineren Fernämtern an Fernschränken für 2 Doppelleitungen (vgl. Fig. 332a u. b). Bei grösseren Fernämtern kommen besondere Fernschränke oder Ferntische zur Aufstellung, deren äussere Form den Vielfachumschaltern angepasst ist, und an welchen eine grössere Anzahl Fernleitungen betrieben werden kann. In der Regel sind jedoch auch bei diesen Fernschränken jedem Arbeitsplatze nur 2 Fernleitungen zur Bedienung überwiesen. Im Reichs-Telegraphengebiet erfolgt an den Fernschränken sowohl die Verbindung der Fernleitungen mit den Teilnehmeranschlüssen, als auch die Verbindung der Fernleitungen untereinander.

Anderwärts kommen zur Verbindung der Fernleitungen untereinander auch besondere Schränke zur Anwendung, die gleichzeitig als Klinkenumschalter dienen.

Vorschalteschränke.

Vorschalteschränke. Zur Abschaltung des Ortsamtes bei Verbindung von Fernleitungen mit Teilnehmerleitungen dienen die Vorschalteschränke, auch Fernverbindungsschränke bez. -Tische genannt.

Sämtliche Teilnehmerleitungen werden zu diesem Zwecke in den Vorschalteschränken über Vielfachklinken mit doppelten Unterbrechungskontakten geführt, bei deren Stöpselung die Weiterführung nach den Vielfachumschaltern für die Teilnehmerleitungen vollständig unterbrochen wird. Bei Entscheidung der Frage, ob die Vorschalteschränke im Ortsamte oder im Fernamte aufzustellen sind, ist daher ausser den räumlichen Verhältnissen noch in Betracht zu ziehen, welche Verlängerung hierdurch die Verbindungskabel zwischen dem Umschaltegestell für Teilnehmerleitungen und dem Vielfachsystem im Ortsamte erfahren müssen.

Von den Fernschränken oder Ferntischen werden sämtliche Fernverbindungen mit Teilnehmerleitungen über die Vorschalteschränke geleitet. Hierzu dienen besondere Dienstleitungen.

Meldetische und Meldeamt.

Meldetische und Meldeamt. Bei kleineren Fernämtern kann auch die Entgegennahme der Ferngesprächanmeldungen von den Teilnehmern des Ortsamtes am Vorschalteschrank erfolgen; in der Regel werden jedoch, namentlich bei grösseren Fernämtern, zu diesem Zwecke besondere Meldetische aufgestellt, die mit den Vielfachumschaltern des Ortsamtes durch Meldeleitungen verbunden sind. Die Meldetische bilden das Meldeamt; gewöhnlich werden sie in dem Zimmer für die Ferntische untergebracht, sie können jedoch auch in einem besonderen Raume aufgestellt werden.

Die an den Meldetischen beschäftigten Beamten haben für die Weitergabe der aufgenommenen Gesprächsanmeldungen mittelst Boten pp. an die betreffenden Arbeitsplätze der Ferntische zu sorgen. Zu mündlichen Mit-

teilungen zwischen Fernamt und Meldeamt sind Dienstleitungen vorhanden. Eine Mitwirkung bei der Ausführung der eigentlichen Fernverbindungen fällt den Beamten der Meldetische nicht zu.

Zeitmesser für Ferngespräche.

Zeitmesser für Ferngespräche. In Deutschland sind bisher allgemein für die Zeitdauerberechnung der Ferngespräche lediglich die Amtszimmeruhren mit Minuten- und Sekundenzeigern benutzt worden. Ausserdem kommen zur Unterstützung bei der Zeitablesung von der Uhr vielfach Sanduhren von 3 und 5 Minuten Laufzeit, entsprechend der jeweiligen Zeitdauer für die Gesprächseinheit, zur Verwendung. Bei der Zeitablesung von den Zifferblättern sind Irrtümer nicht zu vermeiden, sie werden durch optische Täuschung begünstigt, wenn der Beamte das Zifferblatt der Uhr nicht unmittelbar von vorn, sondern von der Seite her sieht. Es ist ermittelt worden, dass diese Irrungen bei 300 Gesprächen bereits 30 Minuten und mehr ausmachen.

Um solche Irrungen zu vermeiden hat man in Amerika bereits seit längerer Zeit einen Gesprächszeitmesser in Gebrauch, der den Namen Kalkulagraph führt und wohl alle ähnlichen Konstruktionen durch Sicherheit und leichte Handhabung übertrifft. Der Apparat findet jetzt auch in Deutschland Eingang; er ist bereits bei den Fernämtern in Berlin, Cöln und München in Gebrauch.

Kalkulagraph.

Der Kalkulagraph. Den europäischen Vertrieb dieses Gesprächszeitmessers hat die Firma Petsch, Zwietusch & Cie. (vormals Fr. Welles) in Berlin übernommen.

Fig. 416 veranschaulicht den Apparat in ein tragbares Gehäuse eingebaut, das auf der Tischplatte der Ferntische durch Schrauben befestigt werden kann. Die andere Abbildung (Fig. 417) giebt die Ansicht des Apparats, wie er eben in ein von unten in die Tischplatte eingebautes Gehäuse eingesetzt wird.

Eine Beschreibung des Mechanismus dieses Gesprächszeitmessers würde zu weit führen; wir beschränken uns auf die Angabe der Wirkungsweise. Bei Anfang eines Ferngesprächs wird ein Gesprächszettel (Fig. 418) in den Schlitz des Apparats gesteckt. Durch eine Rückwärtsbewegung des rechten Hebels wird die Anfangszeit des Gesprächs auf der rechten Seite des Gesprächszettels niedergedruckt; die schwarze Dreiecksmarke giebt die Stunde, der Zeiger die Minute an. Der rechte Hebel wird unmittelbar hierauf soweit als angängig nach vorn umgelegt; hierdurch werden auf der linken Seite des Gesprächszettels zwei Zifferblätter ohne Zeiger eingedruckt. Das eine Zifferblatt hat die Einteilung der gewöhnlichen Uhr; auf ihm werden die Minuten markiert. Das zweite Zifferblatt hat eine Einteilung für 5 Minuten, und jedes Minutenintervall ist noch in Viertelminuten eingeteilt.



Fig. 416.

Nach Beendigung des Ferngesprächs wird der Gesprächszettel nochmals in den Apparatschlitz gesteckt und nunmehr der linke Hebel des Apparats nach vorn bewegt; dadurch erfolgt der Eindruck der Zeiger in die Minuten- und Viertelminutenzifferblätter. Die Zeigerstellung des abgebildeten Gesprächszettels giebt an: Das Gespräch hat 9 Uhr 45 M. begonnen und hat $5^1/_2$ Minuten gedauert.



Fig. 417.

Dauer des Gesprächs — Zeit des Gesprächs.

Minuten — Minuten

Nr .... Datum ....

Von ....

Jn ....

Mit ....

Jn ....

Fig. 418.

b) Fernamt mit Vielfachumschaltern für Fernleitungen
(System Mix & Genest).

Zur Einrichtung eines Fernamtes nach dem System Mix & Genest gehören:

1. ein Klinkenumschalter besonderer Bauart,
2. Ferntische,
3. ein Signallampenschrank,
4. Vorschalteschränke und
5. Meldetische.

Fig. 419 a stellt das mit diesem System ausgerüstete Fernamt in Chemnitz dar.

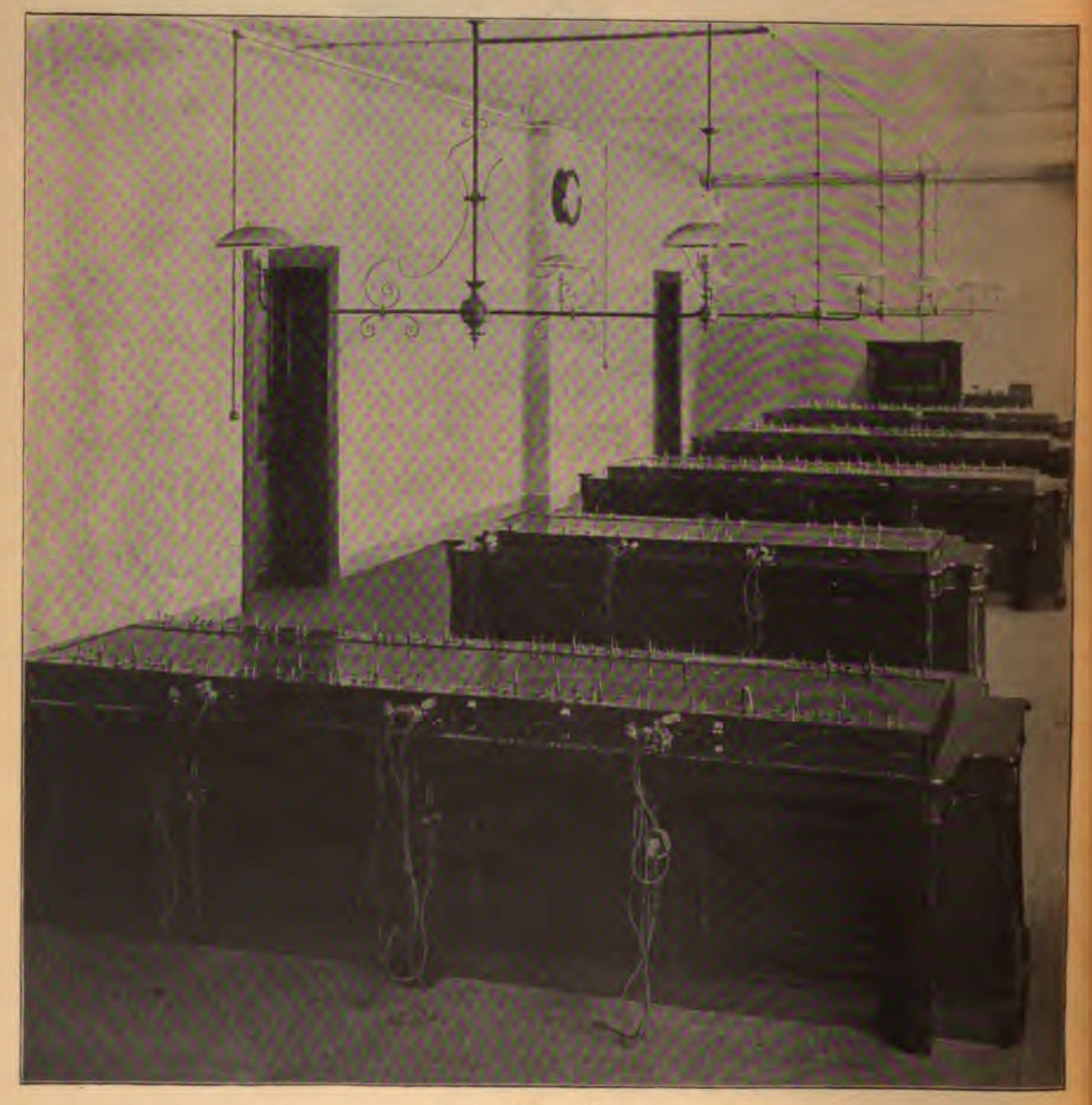


Fig. 419a.

Der Klinkenumschalter.

1. Der Klinkenumschalter. Er hat die in Fig. 420 schematisch gegebene Einrichtung und enthält für jede Fernleitung ausser den Umschalteklinken für die beiden Fernleitungsdrähte eine entsprechende Anzahl Umschalteklinken für die zu jeder Fernleitung gehörige Dienstleitung und Fernklinkenleitung.

Wenn eine Fernleitung auf einen anderen Arbeitsplatz umgelegt werden muss, so sind auch die zugehörigen Hülfsleitungen auf den neuen Arbeitsplatz umzulegen.

Zur Ausführung von Umschaltungen dienen Leitungsschnüre mit je zwei fünfteiligen, kammartigen Stöpseln. Soll z. B. die Fernleitung I auf das Apparatsystem der Fernleitung IV gelegt werden, so wird der eine Stöpsel

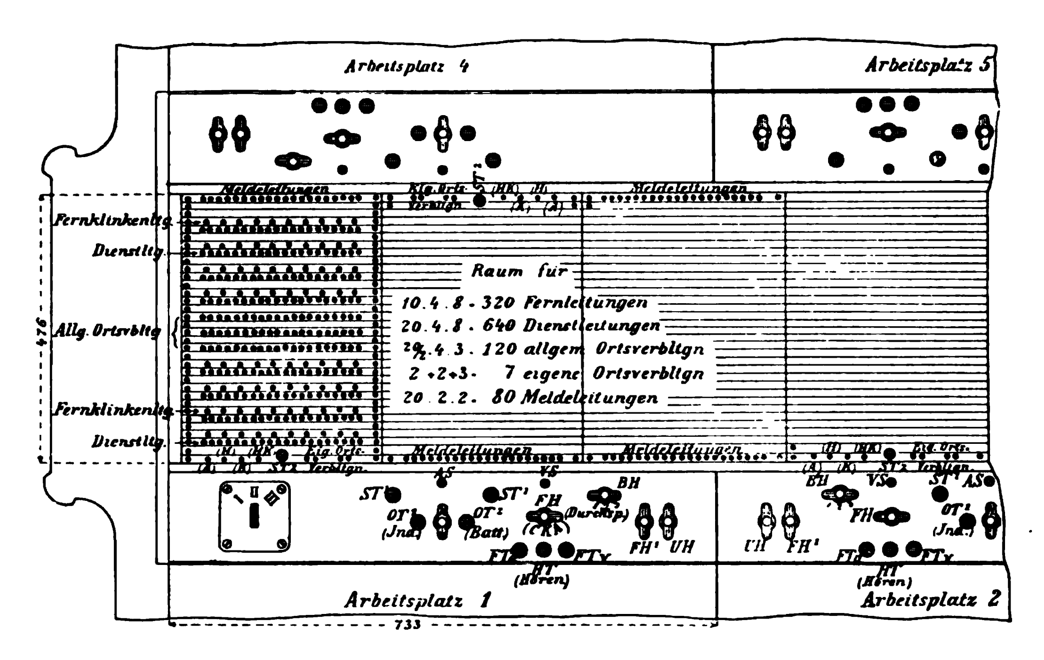


Fig. 419 b.

einer solchen Schnur in die 5 oberen zur Fernleitung I gehörigen Klinken eingeführt, während der zweite Stöpsel in den 5 unteren Klinken der Fernleitung IV seinen Platz erhält.

Für jede Fernleitung sind ausserdem noch zwei Klinken vorhanden, über welche sie mit den ebenfalls an Klinken liegenden Doppelsprechsystemen durch Schnüre mit je zwei Zwillingsstöpseln verbunden werden kann.

Fernleitungen, deren einer Draht gestört ist, können unter Verwendung von Leitungsschnüren mit zwei einfachen Stöpseln so mit dem zugehörigen Arbeitsplatze verbunden werden, dass der nicht gestörte Draht als Einzelleitung weiter benutzt werden kann. Zur Vermeidung von Kurzschlüssen der gemeinsamen Fernbatterie *FB* ist die im *b*-Drahte liegende Apparatklinke an Erde zu legen und der betriebsfähige Draht der Fernleitung auf die im *a*-Drahte liegende Apparatklinke zu schalten.

Die Ferntische.

2. Die Ferntische (Fig. 419b u. 420). An ihnen wird sowohl die Verbindung der Fernleitungen mit den Teilnehmeranschlüssen, als auch die Ver-

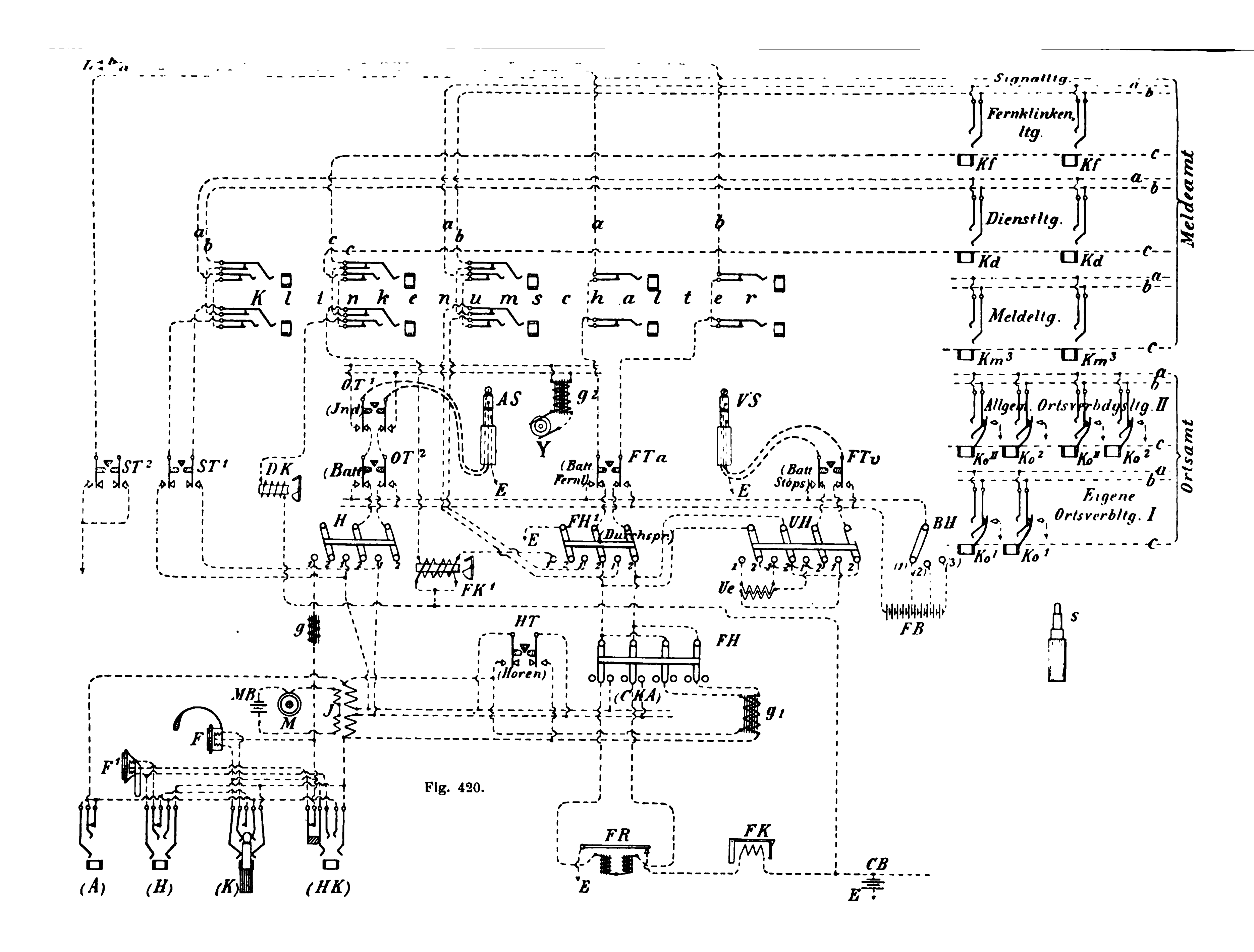

Signalltg.
Fernklinken-ltg.
Dienstltg.
Meldeltg.
Meldeamt
Allgem. Ortsverbdgsltg. II
Eigene Ortsverbltg. I
Ortsamt
Klinkenumschalter
ST²
ST¹
DK
OT¹
OT²
(Jnd)
(Batt
AS
Y
FTa
(Batt Fernl)
VS
FTv
(Batt Stöps)
H
FK¹
FH¹
(Durchspr)
UH
Ue
BH
FB
s
HT
(Hören)
FH
(CKA)
MB
M
J
F
F¹
(A)
(H)
(K)
(HK)
FR
FK
CB
E

Fig. 420.

Erläuterungen zu Fig. 419b u. 420.

M = Brustmikrophon.

F = Kopffernhörer nebst Graduator *g*.

*[A], [B], [K], [HK]**) = Klinken zum Einschalten des Handfernhörers F^1 oder von *F* oder beider mittelst eines zweiteiligen Stöpsels ohne Schnur.

AS = dreiteiliger Stöpsel mit Schnur zum Einschalten des Abfragesystems in eine am Platze nicht auf Klappe liegende Dienstleitung oder in eine Ortsverbindungsleitung.

OT^1 *[Ind.]* = Doppeltaste zum Anruf des Teilnehmers mittelst der Wechselstromquelle *Y* (Polwechsler oder dauernd rotierender Induktor).

g^2 = Graduator mit doppelter Wicklung zur Abflachung der Stromwellen von *Y*.

OT^2 *[Batt]* = Doppeltaste zum Anruf des Teilnehmers mittelst Gleichstroms.

H = Hebelumschalter zur Verbindung des Abfragesystems mit dem Stöpsel *AS* und zum Anschluss des Neutralpunktes von *F* oder F^1 über *g* an die Kontrolbatterie *CB*.

VS = dreiteiliger Stöpsel mit Schnur zur Herstellung von Verbindungen zwischen Fernleitungen mit Teilnehmerleitungen oder anderen Fernleitungen.

[FTv] = Anruftaste bei Benutzung des Stöpsels *VS* zur Verbindung mit einer anderen Fernleitung.

[FTa] = Anruftaste zum Anruf in der abzufragenden Fernleitung.

BH [1] [2] [3] = Hebelumschalter zur Anschaltung der Fernbatterie *FB* in der erforderlichen Stärke.

FK = gewöhnliche Klappe mit Nachtweckerkontakt von 150 Ohm Widerstand.

FR = Relais von 2000 Ohm Widerstand als Anruf- und Schlusszeichen für die Fernleitung.

FH = Hebelumschalter mit drei Stellungen *[C, K, A]*;

Stellung *C* = Fernhörer mit vorgeschaltetem Graduator g_1, als Brücke zwischen beiden Ferndrähten zur Gesprächskontrole,

„ *K* = Relais *FR* mit Klappe *FK* als Brücke zur Empfangnahme des Anruf- oder Schlusszeichens,

„ *A* = Verbindung der Fernleitung mit dem Abfragesystem unter Ausschaltung von *FK* und *FR*.

HT [Hören] = Taste zum Kurzschliessen der sekundären Wicklung der Induktionsrolle *J*, um hierdurch bei schlechter Verständigung die ankommende Lautwirkung zu verstärken.

Ue = Induktionsübertrager.

UH = Hebelumschalter zur Ein- oder Ausschaltung von *Ue*.

FH^1 *[Durchsprechen]* = Hebelumschalter zur Verbindung der Fernleitung mit der zu ihr gehörigen Fernklinkenleitung (Stellung Kontakt 1) oder mit *VS* und *FR* (Stellung auf Kontakt 2).

FK^1 = Differential gewickelte selbsthebende Klappe mit 75 Ohm Widerstand für jede Wicklung.

DK = einfach gewickelte selbsthebende Klappe mit Nachtweckerkontakt von 75 Ohm Widerstand als Anruf- und Schlusszeichen für die Dienstleitung.

ST^1 = Sperrtaste zur Einschaltung des Abfragesystems in die auf dem Platze auf Anrufzeichen endigenden Dienstleitungen.

ST^2 = Taste zur Bethätigung der Glühlampen im Meldeamt.

---

*) Die in Klammern stehenden Bezeichnungen sind auf kleinen Emailleschildern an entsprechender Stelle der Ferntische angebracht.

bindung der Fernleitungen untereinander ausgeführt. Für den letzteren Zweck ist jeder Fernleitung eine dreidrähtige Dienstleitung und eine ebenfalls dreidrähtige Fernklinkenleitung zugeteilt, die beide die sämtlichen Ferntische in Vielfachschaltung durchlaufen und auf dem Arbeitsplatze der zugehörigen Fernleitung mit je einer Klappe als Anruf- und Schlusszeichensignal ausgerüstet sind.

Auf der Dienstleitung findet die Verständigung zwischen den Beamten statt, wenn zwei Fernleitungen miteinander verbunden werden sollen, die nicht auf demselben Tische liegen. Zur Verbindung der Fernleitungen wird die zu der verlangten Fernleitung gehörige Fernklinkenleitung benutzt.

Solange die Fernklinkenleitungen nicht gebraucht werden, sind sie von den eigentlichen Fernleitungen vollständig getrennt. Auf diese Weise sind Induktionsstörungen innerhalb der Ferntische auf ein Mindestmaass herabgedrückt und ausserdem wird die versehentliche Einschaltung eines bei der Verbindung nicht beteiligten Arbeitsplatzes in die sämtlich als Endleitungen betriebenen Fernleitungen verhindert.

Es werden Ferntische mit sechs Arbeitsplätzen gebaut, von denen die Mittelplätze für je zwei und die Seitenplätze für je eine Fernleitung eingerichtet sind. Es können an diesen Ferntischen also acht Fernleitungen betrieben werden.

Die Oberansicht des Klinkenfeldes veranschaulicht Fig. 419b.

Im Bedarfsfalle werden auch entsprechend kleinere Ferntische mit vier Arbeitsplätzen zu je zwei Fernleitungen gebaut. Die Arbeitsplätze einer Tischseite lassen sich durch Platzschalter so zusammenschalten, dass von einem Beamten bis zu vier Fernleitungen bedient werden können.

Um die Handhabung der einzelnen Umschalter, Tasten u. s. w. an den Ferntischen zu erleichtern, sind bei den betreffenden Apparatteilen kleine Emailleschilder mit entsprechenden Aufschriften angebracht.

Die von den Ferntischen aus nach dem Vorschalteschranke geführten Ortsverbindungsleitungen sind dreidrähtig. Sie zerfallen in zwei Gruppen:

a) die eigenen Ortsverbindungsleitungen, welche einem bestimmten Arbeitsplatze zur alleinigen Benutzung zugewiesen sind und deshalb ausschliesslich auf diesem Platze an einem Klinkenpaare enden. Sie werden derart verteilt, dass die eine Hälfte nur in den Klinkenfeldern gerader Nummer, die andere Hälfte nur in den Klinkenfeldern ungerader Nummer erscheint;

b) die allgemeinen Ortsverbindungsleitungen, welche in dem Klinkenfelde jedes Ferntisches je zwei Paare Vielfachklinken besitzen und somit für sämtliche Beamte dieser Tische leicht erreichbar sind.

Um eine zuverlässige Prüfung der allgemeinen Ortsverbindungsleitungen im Fernamte zu ermöglichen, sind deren Prüfdrähte c über besondere Relais R von 60 Ohm Rollenwiderstand (Fig. 422) an den Zinkpol der Kontrolbatterie CB geführt. Mit demselben Batteriepol steht die Spitze des Stöpsels AS (Fig. 420) über Umschalter H, Graduator g, obere Spule des Kopffernhörers F, Spitze des Stöpsels $[K]$, Klinke $[A]$, obere Hälfte der Induktionsspule J, Hebelumschalter H, Tasten OT^2 und OT^1 in Verbindung.

Beim Anlegen der Spitze des Stöpsels AS an die Hülse einer der Klinken Ko^{II} wird somit in dem Kopffernhörer ein Knacken nur eintreten können, wenn eine dieser Klinken auf einem andern Arbeitsplatze bereits gestöpselt, d. h. über den Schaft des eingesetzten Stöpsels unmittelbar an Erde gelegt ist.

In gleicher Weise findet die Prüfung der Fernklinken und Dienstleitungen auf Besetztsein statt; die Prüfdrähte dieser Leitungen sind zu dem Zwecke über die selbsthebenden Klappen *FK*[1] und *DK* ebenfalls dauernd mit dem Zinkpol der Kontrolbatterie *CB* verbunden.

Der *c*-Draht jeder Ortsverbindungsleitung kann auch durch Einsetzen eines Aushülfsstöpsels *s* ohne Schnur an Erde gelegt, also die Leitung als besetzt bezeichnet werden, um auf diese Weise der vorzeitigen Trennung einer am Vorschalteschranke liegenden Verbindung vorzubeugen. Diese Einrichtung ist notwendig, da auf jedem Arbeitsplatze der Ferntische nur ein Abfragestöpsel *AS* vorhanden ist.

Der Signallampenschrank.

3. Der Signallampenschrank (Fig. 421). Er wird im Meldeamt aufgehängt und enthält für jede Fernleitung eine kleine Glühlampe, die von dem Ferntisch aus durch Niederdrücken einer Taste bethätigt

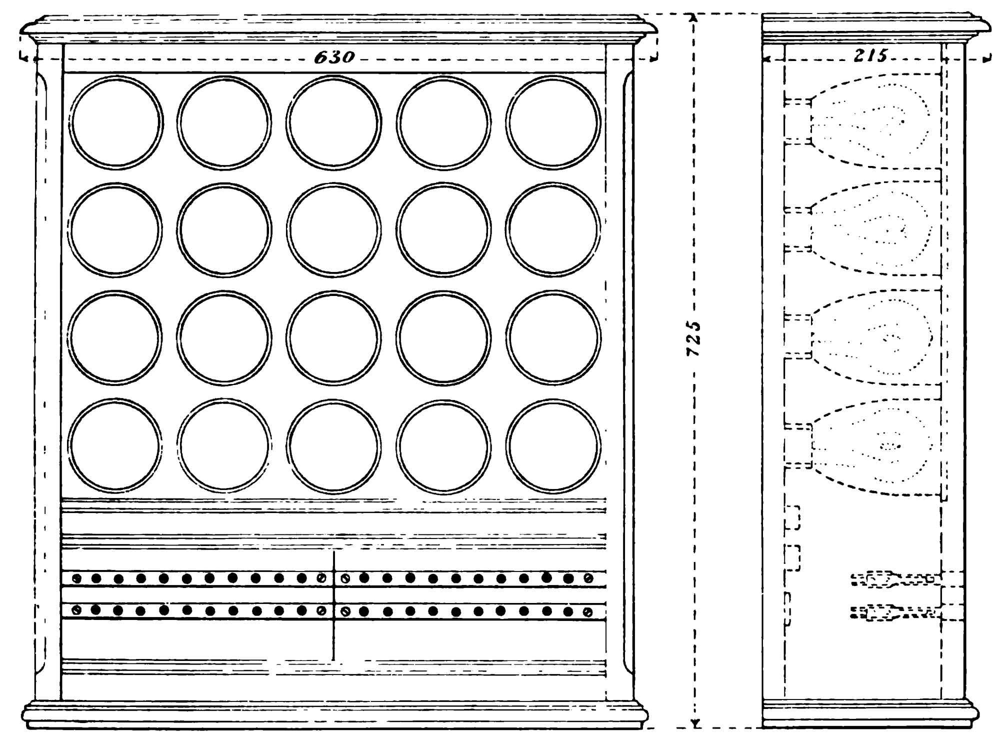


Fig. 421.

wird, sobald eine Fernleitung frei ist, oder im nächsten Augenblicke frei wird. Bei Umlegung einer Fernleitung auf einen andern Arbeitsplatz muss auch die zu der Signallampe führende Leitung auf den neuen Arbeitsplatz umgelegt werden. Die hierzu erforderlichen Klinken *Ks* für die Signalleitungen und *Kl* für die Lampen sind in dem Lampenschranke selbst angebracht. Zu den Umschaltungen dienen einfache Leitungsschnüre mit je zwei Stöpseln.

Die Vorschalteschränke.

4. Die Vorschalteschränke. Sie werden schrankförmig oder tischförmig gebaut; erstere sind gewöhnlich mit 100 auf drei Arbeitsplätze verteilten Anrufklappen, letztere mit 200 Anrufklappen und 6 Arbeitsplätzen ausgestattet.

Vorschalteschränke in Tischform erfordern ein ebenso hohes Podium wie die Umschaltetische für Teilnehmerleitungen.

Zum Abfragen am Vorschalteschranke (Fig. 422) dient ein Brustmikrophon *M* und ein Kopffernhörer *F*, welche mittelst zweiadriger Leitungsschnur an einen Abfragestöpsel *AS* angeschlossen sind. In dem Klinkenfelde ist für jede Teilnehmerleitung eine Verbindungsklinke (*Kv*) mit doppelten Unterbrechungskontakten und eine Kontrolklinke *Kc* ohne Unterbrechungskontakte vorhanden.

Die zum Sprechen dienenden Drähte *a* und *b* der vom Fernamte kommenden Ortsverbindungsleitungen sind im Vorschalteschrank an eine Abfrageklinke *Ka* und ausserdem über eine Anruftaste *VT* an einen Verbindungsstöpsel *VS* geführt. An den dritten Draht *c* ist die eine Wicklung einer selbsthebenden Klappe *VK* angeschlossen, deren zweite Wicklung mit einem durch den Verbindungsstöpsel *VS* zu bethätigenden Umschalter *u* verbunden ist. Die Klappe fällt durch Einwirkung der Batterie B^3 ab, sobald am Ferntische der Stöpsel *AS* oder *VS* in eine Klinke *Ko* eingesetzt und hierdurch die eine Wicklung über den *c*-Draht mit Erde verbunden wird. Sie richtet sich wieder auf, sobald der Beamte am Vorschalteschranke zur Herstellung einer Verbindung den Stöpsel *VS* emporhebt und hierbei der Umschalter *u* die Batterie B^3 auch durch die zweite, der ersten entgegengesetzte Klappenwicklung schliesst.

Wird nach Erledigung des Ferngesprächs die am Ferntisch gestöpselte Klinke *Ko* freigemacht, so fällt die Klappe *VK* infolge Unterbrechung der im *c*-Drahte liegenden Wicklung abermals ab und veranlasst so den Beamten am Vorschalteschranke, auch seinerseits die hergestellte Verbindung zu lösen. Durch Herabsetzen des Verbindungsstöpsels *VS* auf den Hebel des Umschalters *u* wird dann auch die zweite Wicklung der Klappe *VK* wieder stromlos, sodass die Klappe selbstthätig in die Ruhelage zurückkehrt.

Das Meldeamt.

5. Das Meldeamt. Die Meldetische, deren Oberansicht Fig. 423 darstellt, sind mit den Vielfachumschaltern des Ortsamtes durch dreidrähtige Meldeleitungen verbunden, auf welchen die Entgegennahme der von den Teilnehmern ausgehenden Anmeldungen auf Ferngespräche erfolgt. Zu etwaigen mündlichen Mitteilungen zwischen Meldeamt und Fernamt werden die Dienstleitungen der Ferntische mitbenutzt, welche zu diesem Zwecke bis zu den Meldetischen verlängert und in diesen auf Vielfachklinken gelegt sind.

Jeder Meldetisch ist für 6 Arbeitsplätze eingerichtet, und auf jedem dieser Arbeitsplätze münden zwei vom Ortsamte kommende Meldeleitungen, welche in den Vielfachumschaltern des Ortsamtes über Vielfachklinken geführt sind. Ausserdem geht von jedem Arbeitsplatz aus eine die Ferntische in Vielfachschaltung durchlaufende Meldeleitung, um auch das Fernamt instand zu setzen, Rückfragen bei dem Meldeamte durch den Fernsprecher zu erledigen. Die 3 Arbeitsplätze jeder Tischseite können durch Platzumschalter je nach Bedarf zu einem oder zwei Plätzen zusammengeschaltet werden.

Die Schaltung der Meldeleitungen wird in Stadtfernsprecheinrichtungen, deren Teilnehmerstellen mit Kontrolelementen versehen sind, nach Fig. 422 ausgeführt. Wo keine Kontrolelemente benutzt werden, sind folgende durch Fig. 424 gegebene Abweichungen von der vorbezeichneten Schaltung getroffen. Die Meldeleitungen liegen in den Vielfachumschaltern für Teilnehmer- und Vorortsverbindungsleitungen in gewöhnlicher Weise auf Vielfachklinken Km^1. Ausser den zum Sprechen dienenden beiden Drähten *a* und *b* ist auch der Prüfdraht *c* und zwar unter Zwischenschaltung eines Relais R^I von 60 Ohm

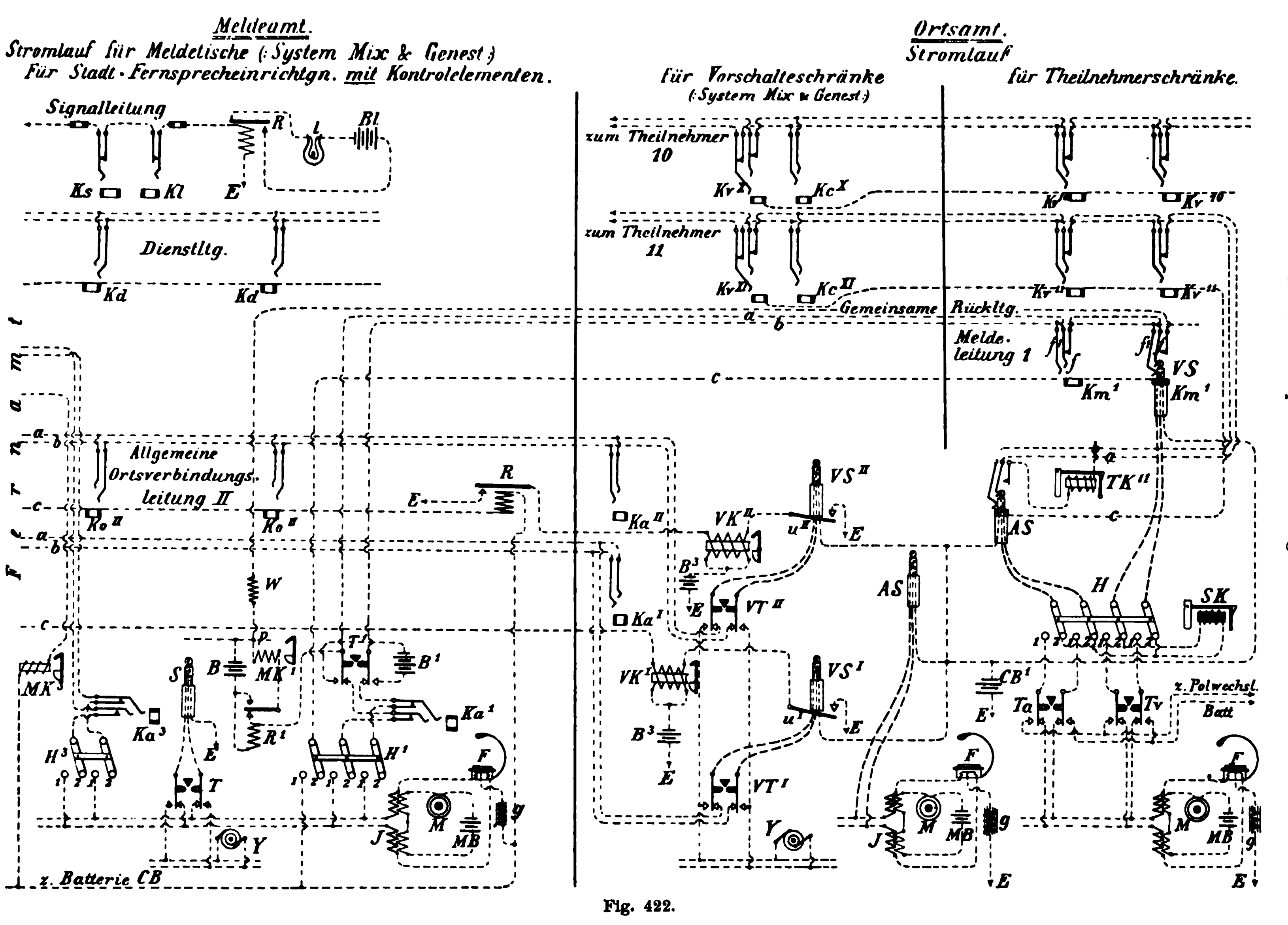

Meldeamt.
Stromlauf für Meldetische (System Mix & Genest)
Für Stadt-Fernsprecheinrichtgn. mit Kontrolelementen.
Signalleitung
Dienstltg.
Allgemeine Ortsverbindungsleitung II
z. Batterie CB
Fernamt
Ortsamt.
Stromlauf
für Vorschalteschränke
(System Mix u. Genest)
zum Theilnehmer 10
zum Theilnehmer 11
Gemeinsame Rückltg.
Meldeleitung 1
für Theilnehmerschränke.
z. Polwechsl. Batt

Fig. 422.

Rollenwiderstand nach dem Meldeamte geführt und hier auf eine selbsthebende Klappe MK^1 gelegt, mit welcher ein zweites Relais R^1 in Verbindung steht. Sobald in eine der Klinken Km^1 des Ortsamtes ein Verbindungsstöpsel, dessen dritte Ader mit der Kontrolbatterie CB^1 verbunden ist, eingesetzt wird, zieht das Relais R^1 seinen Anker an, wodurch der Stromkreis der Batterie B des Meldeamts durch die Klappe MK^1 und über den bis dahin am oberen Kontakt liegenden Anker des Relais R^1 geschlossen und jene Klappe somit zum Abfallen gebracht wird. Schaltet hierauf der Beamte des Meldetisches sein aus Brustmikrophon M und Fernhörer F nebst Graduator g bestehendes Abfragesystem durch Umlegen des Hebelumschalters H^1 auf die mit 1 bezeichneten Kontakte in die Drähte a und b der Meldeleitung ein, so wird gleichzeitig für die Batterie B ein neuer Weg durch die Umwindungen des Relais R^1 und über den Hebelumschalter zur Erde hergestellt. Der Anker des Relais wird angezogen und dadurch der Stromkreis der Klappe MK^1 unterbrochen, sodass diese in die Ruhelage zurückkehrt.

Wenn hierauf der Beamte des Meldetisches nach Entgegennahme der Gesprächsanmeldung seinen Hebelumschalter H^1 in die Ruhestellung auf 2 zurücklegt und auch das Ortsamt auf das mittelst der Taste T^1 gegebene Schlusszeichen hin die Klinke Km^1 frei macht, legen sich die Anker der beiden Relais wieder an die oberen Kontakte, wodurch die Klappe MK^1 für einen neuen Anruf bereit gestellt ist. Diese Schaltung kann bei Vermittelungsanstalten mit Kontrolelementen bei den Teilnehmerstellen nicht gebraucht werden, da der Prüfdraht zur Ermöglichung des selbstthätigen Anrufs dauernd an Erde liegt, sodass die Meldeleitung beim Anlegen eines Verbindungsstöpsels an die Km-Klinke stets besetzt erscheinen würde.

Da die Dienstleitungen ausser den Ferntischen auch die Meldetische in Vielfachschaltung durchlaufen, so müssen sie auch an den Meldetischen auf Besetztsein geprüft werden können. Zu diesem Zwecke ist (vgl. Fig. 420 u. 422) der Zinkpol der Kontrolbatterie CB des Fernamtes mit dem Neutralpunkte der Fernhörer F an den Arbeitsplätzen des Meldeamtes verbunden. Auch die allgemeinen Ortsverbindungsleitungen können, soweit sie das Meldeamt berühren, auf dieselbe Weise auf Besetztsein geprüft werden.

Betriebsweise.

1. Aufnahme der Ferngespräche (Fig. 422). Der Teilnehmer 11 ruft das Ortsamt an und verlangt das Meldeamt. Die Fernsprechgehülfin des Ortsamtes prüft eine Meldeleitung durch Anlegen eines Verbindungsstöpsels VS an eine Klinke Km^1; entsteht hierbei kein Knacken im Fernhörer, so ist die Leitung im eigenen Amte frei. Die Verbindung mit dem Meldeamte wird nunmehr durch Einsetzen des Stöpsels VS in die Klinke Km^1 hergestellt; die selbsthebende Anrufklappe MK^1 des Meldeamtes wird hierdurch zum Fallen gebracht. In welcher Weise dies bei den Ämtern mit Sprechstellen ohne Kontrolelemente erfolgt, ist bereits beschrieben worden.

Bei der Schaltung für Ämter mit Kontrolelementen wird der a-Draht der Meldeleitung für den selbstthätigen Anruf des Meldeamtes benutzt. In diesem Drahte ist nämlich vor der Taste T^1 eine Abzweigung angeschaltet über die Umwindungen des Relais R^1 von 100 Ohm Widerstand und über die Batterie B bis zum Punkte p, von welchem aus eine für alle Meldeleitungen desselben Ortsamtes gemeinsame Rückleitung über den Widerstand W

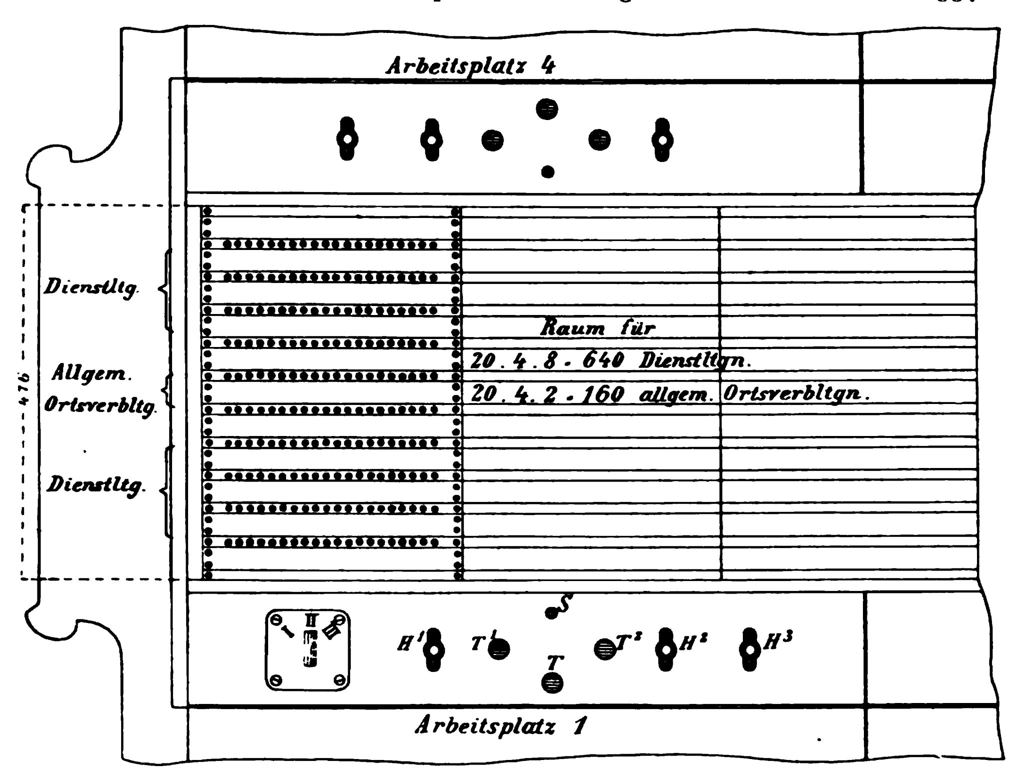


Fig. 423.

von 30 Ohm zu dem Auflager der *Km*-Klinken des letzten Vielfachumschalters im Ortsamte zurückführt. Wird der *a*-Draht einer Meldeleitung durch Einsetzen des Verbindungsstöpsels *VS* im Ortsamt in der Klinke Km^1 unterbrochen, so fällt im Meldeamte der Anker des Relais R^1 ab und schliesst den Stromkreis für die selbsthebende Klappe MK^1; letztere fällt ab und bleibt so lange liegen, wie im Ortsamt in der zugehörigen *Km*-Klinke ein Stöpsel steckt.

Der Prüfdraht *c* ist auch bei dieser Schaltung bis in das Meldeamt verlängert, hier jedoch während der Ruhe an einem besonderen Hebel des

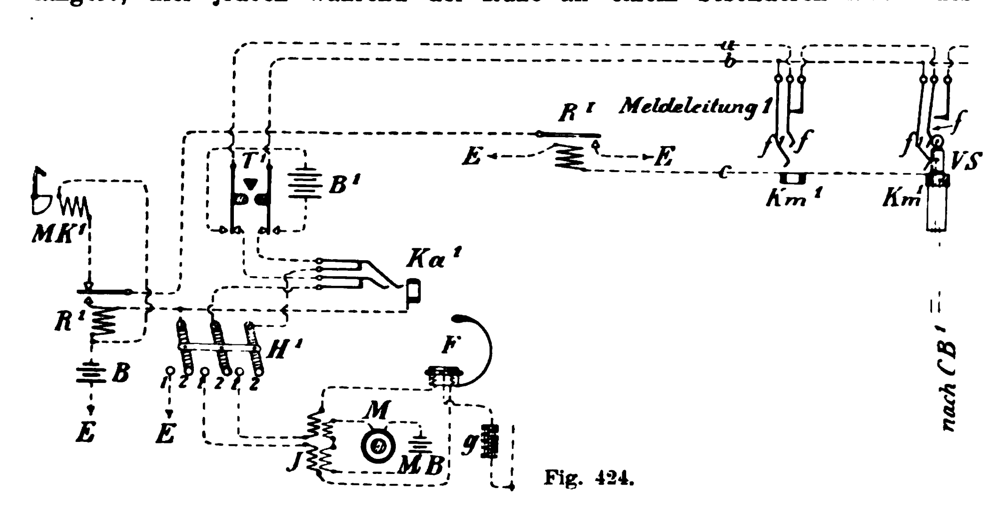


Fig. 424.

Umschalters H^1 isoliert. Beim Umlegen dieses Umschalters auf die mit 1 bezeichneten Kontakte wird der Prüfdraht an die Kontrolbatterie *CB* des Fernamtes angeschlossen, sodass die betreffende Meldeleitung im Ortsamte besetzt erscheint, einerlei ob sie hier gestöpselt ist oder nicht. Es kann von dieser Einrichtung zur Vermeidung erfolglosen Anrufens Gebrauch gemacht werden, wenn ein Arbeitsplatz des Meldeamts während geringeren Verkehrs unbenutzt bleiben soll.

Auf das Fallen der Klappe hin schaltet sich der Beamte des Meldeamtes durch Umlegen des Umschalters H^1 auf die Kontakte 1 ein, fragt ab und nimmt die Gesprächsanmeldung entgegen, die durch Boten u. s. w. an den betreffenden Ferntisch weiterbefördert wird. Nur in den Fällen, in welchen das Fernamt die von einem Teilnehmer verlangte Fernleitung mittelst Signallampe frei gemeldet hat, wird dem Teilnehmer von dem Meldeamte gesagt, dass er am Apparat bleiben soll, da er die gewünschte Verbindung sofort erhalten könne. Der betreffende Arbeitsplatz des Ferntisches wird auf der entsprechenden Dienstleitung von der Gesprächsanmeldung verständigt.

Die Klinke Ka^1 und der Stöpsel *S* des Meldetisches sind zu Aushülfszwecken bestimmt. Fällt an einem Arbeitsplatze, welcher schon beschäftigt ist, eine Klappe, so kann der Beamte des Nachbarplatzes in die zu dieser Klappe gehörige Klinke Ka^1 seinen mit dem eigenen Abfragesystem verbundenen Stöpsel *S* stecken und die Gesprächsanmeldung entgegennehmen. Mittelst der Taste *T* kann er sodann dem Ortsamte das Schlusszeichen geben.

Der Stöpsel *S* wird auch benutzt, um einen beliebigen Arbeitsplatz der Ferntische vom Meldeamt aus anzurufen; er wird zu diesem Zwecke in eine Klinke *Kd* der betreffenden Dienstleitung gesteckt, wodurch der Stromkreis der Batterie *CB* im Fernamte über Klappe *DK*, den *c*-Draht der Dienstleitung und die *c*-Ader des Stöpsels *S* im Meldeamte geschlossen wird. Die Klappe *DK* fällt infolgedessen und geht erst in die Ruhestellung zurück, wenn die Verbindung im Meldeamte getrennt wird.

Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung (Fig. 420 u. 422).

a) In der Fernleitung kommt ein Anruf an. Stromlauf: Leitung $L^a/_b$, Taste *F Ta*, Umschalter FH^1, Umschalter *FH*, Relais *FR*. Der Relaisanker wird angezogen und damit der Stromkreis der Batterie *CB* durch die Klappe *FK* geschlossen; die Klappe fällt ab. Sie wird zurückgestellt und darauf erfolgt das Abfragen nach Umlegen des Umschalters *FH* auf Stellung *A*.

b) Vom Fernamte wird der Teilnehmer 11 verlangt. Der Fernsprechbeamte steckt den Stöpsel *AS* in die Klinke Ko^I und legt den Umschalter *H* auf die Kontakte 1, wodurch nunmehr das Abfragesystem ausser mit der Fernleitung auch über den Umschalter *H*, die Tasten OT^2 und OT^1, sowie den Stöpsel *AS* mit der Ortsverbindungsleitung I verbunden ist. Die Klappe VK^I am Vorschalteschranke fällt ab, da der Stromkreis der Batterie B^3 über die eine Wicklung dieser Klappe geschlossen wird.

Am Vorschalteschrank wird hierauf der Stöpsel *AS* in die Klinke Ka^I eingesetzt und abgefragt. Die Prüfung der verlangten Teilnehmerleitung auf Freisein im eigenen Amte wird durch Anlegen der Spitze des Stöpsels VS^I an die Klinkenhülse Kv^{XI} in gewöhnlicher Weise mittelst Kopffernhörers vorgenommen. Durch das Emporziehen des Stöpsels VS^I wird der Kontakt des selbstthätigen Umschalters u^I und damit der Stromkreis der Batterie B^3

über die zweite Wicklung der selbsthebenden Klappe VK^I geschlossen. Letztere kehrt daher wieder in ihre Ruhelage zurück, da die zweite Wicklung der ersten entgegengesetzt ist und die Stromwirkungen also einander aufheben. Jede Klappenwicklung hat 75 Ohm Widerstand.

Ist die Teilnehmerleitung XI frei, so wird sie mit der Ortsverbindungsleitung I am Vorschalteschranke durch Einsetzen des Verbindungsstöpsels VS^I in die Klinke Kv^{XI} verbunden. Der Teilnehmer XI wird durch Niederdrücken der Taste VT^I angerufen.

Ist die Teilnehmerleitung besetzt, so wird der Stöpsel VS^I zunächst in die Parallelklinke Kc^{XI} eingesetzt und mittelst des hierdurch in die Ortsverbindung eingeschalteten Abfragesystems angefragt, ob die Fernverbindung mit dem Teilnehmer 11 ausgeführt werden soll. Bejahendenfalls wird die Ortsverbindung durch Umsetzen des Stöpsels VS^I in die Klinke Kv^{XI} getrennt und das Abfragesystem des Vorschalteschrankes durch Herausnahme des Stöpsels AS aus Ka^I ausgeschaltet.

Sind mehrere Vorschalteschränke aufgestellt, sodass in jeder Teilnehmerleitung mehrere Klinken mit doppelter Unterbrechung liegen, so werden die c-Adern der Schrankstöpsel nicht mit der Kontrolbatterie CB^1 der Teilnehmerschränke, sondern mit einer Stromquelle verbunden, welche ein von dem einfachen Knacken dieser Batterie abweichendes Geräusch verursacht. Wird letzteres beim Kontrolieren wahrgenommen, so ist der verlangte Teilnehmer bereits mit einer anderen Fernleitung verbunden.

Das weitere Verfahren am Ferntische gestaltet sich wie folgt:

Sobald der Teilnehmer Nr. 11 am Apparat ist und auch der auswärtige Teilnehmer sich gemeldet hat, wird am Ferntisch der Stöpsel VS in die Klinke Ko^1 gesetzt und der Stöpsel AS aus der Klinke Ko^I herausgenommen, sowie der Umschalter H auf den Anschlag 2 zurückgelegt. Ist das Gespräch im Gange, so wird das Abfragesystem durch Zurücklegen des Umschalters FH auf K ausgeschaltet.

Stromlauf: La/b, Taste FTa, Umschalter FH^1, UH, Taste FTv, Stöpsel VS, Ortsverbindungsleitung I, Klinke Kv^{XI}, Teilnehmerleitung 11. Das Relais FR mit der Klappe FK liegt zur Empfangnahme des Schlusszeichens in der Brücke zwischen beiden Leitungsdrähten.

Der Induktionsübertrager Ue wird durch Umlegen des Umschalters UH auf die Kontakte 1 dann eingeschaltet, wenn eine Ferndoppelleitung mit einer Teilnehmereinzelleitung verbunden wird, oder wenn bei Verbindung zweier Doppelleitungen die Sprechverständigung durch Induktionsgeräusche gestört wird.

Die Gesprächskontrole wird am Ferntische durch Umlegen des Umschalters FH auf die Stellung C bewirkt; es ist dann das Relais FR ausgeschaltet und dafür das Abfragesystem nebst Graduator g^1 eingeschaltet.

Nach Beendigung des Gesprächs erfolgt nach vorheriger Kontrole die Trennung durch Herausnahme des Stöpsels aus der Klinke Ko^I. Hierdurch fällt am Vorschalteschranke die Klappe VK^I, da der über die eine Wicklung der Klappe geschlossene Stromkreis der Batterie B^3 geöffnet worden ist. Es erfolgt nunmehr auch die Trennung der Verbindung am Vorschalteschranke durch Herausnahme des Stöpsels VS^I aus der Klinke Kv^{XI}.

Sobald der Stöpsel in die Ruhelage zurückkehrt, unterbricht er durch Bethätigung des Umschalters u^I auch die zweite Wicklung der Klappe VK^I. Die Klappe geht darauf von selbst in die Ruhelage zurück.

Verbindung einer Fernleitung mit einer anderen Fernleitung (Fig. 420).

Die Fernleitung *I* am Arbeitsplatze 1 verlangt die Fernleitung *II* am Arbeitsplatze 7. — Auf Platz 1 ist der Stöpsel *AS* in die Klinke *Kd* der zur verlangten Fernleitung gehörigen Dienstleitung zu stecken und das Abfragesystem durch Umlegen des Umschalters *H* auf Kontakt 1 in diese Leitung einzuschalten. Auf Platz 7 wird hierdurch die Klappe *DK* zum Fallen gebracht.

Stromlauf: Batterie *CB*, Klappe *DK*, *c*-Draht der Dienstleitung, *c*-Ader des Stöpsels *AS*, Erde.

Auf Platz 7 wird durch Niederdrücken der Sperrtaste ST^1 das Abfragesystem eingeschaltet, die Anmeldung entgegengenommen und die Zeit vereinbart, wann die Verbindung ausgeführt werden soll.

Auf Platz 1 wird hierauf der Stöpsel *AS* aus der Klinke *Kd* entfernt und der Umschalter *H* auf Kontakt 2 zurückgestellt; die Klappe *DK* auf Platz 7 richtet sich auf. Die Sperrtaste ST^1 auf Platz 7 wird hochgezogen.

Bei der späteren Herstellung der Verbindung wird auf Platz 1 zunächst die betreffende Fernklinkenleitung auf Freisein im Amte geprüft, damit Platz 1 sich nicht etwa in eine bereits bestehende Verbindung einschaltet. Wird bei dieser Prüfung die Fernklinkenleitung frei befunden, d. h. ertönt im Fernhörer kein Knacken, so wird die Verbindung durch Einsetzen von *VS* in *Kf* auf Platz 1 hergestellt. Auf Platz 7 fällt hierdurch die Klappe FK^1 ab, da deren eine Wicklung nunmehr von dem Strom aus der Batterie *CB* über den *c*-Draht der Fernklinkenleitung und die *c*-Ader des Stöpsels *VS* bethätigt wird. Platz 7 ersieht hieraus, dass Platz 1 mit der Herstellung der Verbindung begonnen hat und stellt seinerseits die Verbindung zwischen der Fernleitung *II* und deren Fernklinkenleitung her. Der Umschalter FH^1 wird auf die Kontakte 1 gelegt; dadurch richtet sich die Klappe FK^1 wieder auf, da beide Wicklungen von der Batterie *CB* in entgegengesetztem Sinne beeinflusst werden. Auf Platz 1 ist das Relais *FR* eingeschaltet, auf Platz 7 dagegen ausgeschaltet. Die Überwachung der hergestellten Verbindung findet auf Platz 1 in gleicher Weise wie bei Verbindungen mit Teilnehmerleitungen statt.

Sobald als Schlusszeichen die Klappe *FK* auf Platz 1 fällt, wird die Verbindung nach vorheriger Kontrole durch Herausnahme des Stöpsels *VS* aus *Kf* getrennt. Auf Platz 7 fällt hierdurch die Klappe FK^1, da nunmehr nur noch eine ihrer Wicklungen vom Strome der Batterie *CB* beeinflusst wird. Hierauf erfolgt auf Platz 7 die Trennung der Verbindung durch Umlegen von FH^1 auf die Kontakte 2 und Herausnahme des Verbindungsstöpsels aus der Fernklinkenleitung. Die Klappe FK^1 richtet sich selbst auf, da nunmehr ihre beiden Umwindungen stromlos sind.

c) Fernamt mit Vielfachumschaltern für Fernleitungen
(System Stock & Co.).

Zur Einrichtung eines Fernamtes nach dem System Stock & Co. gehören:

1. Ferntische,
2. Meldetische,
3. Vorschalteschränke,

ferner ein Klinkenumschalter gewöhnlicher Bauart.

1. Die Ferntische. — Sie werden nur in Tischform hergestellt und auf einem Podium von 20 bis 25 cm lichter Höhe ähnlich wie die Vielfachumschalter für Teilnehmerleitungen aneinander gereiht. An ihnen wird sowohl die Verbindung der Fernleitungen mit den Teilnehmeranschlüssen als auch die Verbindung der Fernleitungen untereinander ausgeführt. Für den letzteren Zweck ist jeder Fernleitung eine dreidrähtige Dienstleitung und eine ebenfalls dreidrähtige Fernklinkenleitung zugeteilt, die beide sämtliche Ferntische in Vielfachschaltung durchlaufen und auf dem Arbeitsplatze der zugehörigen Fernleitung mit einer Glühlampe nebst vorgeschaltetem Relais als Anruf- und Schlusszeichensignal ausgerüstet sind. Auf der Dienstleitung findet die Verständigung zwischen den Beamten statt, wenn zwei Fernleitungen miteinander verbunden werden sollen, die nicht auf demselben Ferntische liegen. Zur Verbindung solcher Fernleitungen werden die Fernklinkenleitungen benutzt, und zwar wird stets die zu der verlangten Fernleitung gehörige Fernklinkenleitung eingeschaltet. So lange die Fernklinkenleitungen nicht gebraucht werden, sind sie von den Fernleitungen selbst vollständig getrennt. Auf diese Weise sind Induktionsstörungen innerhalb der Ferntische auf ein geringes Maass herabgemindert.

Die Ferntische.

Jeder Ferntisch erhält vier Arbeitsplätze, deren jeder für zwei Fernleitungen eingerichtet ist. Die beiden Arbeitsplätze einer Tischseite lassen sich durch Platzumschalter zu einem Platze zusammenschalten, sodass die vier Fernleitungen von einem Beamten bedient werden können.

2. Die Meldetische (Fig. 425). — Sie dienen zur Entgegennahme der von Teilnehmern des eigenen Ortsamtes ausgehenden Anmeldungen auf Ferngespräche und sind zu diesem Zwecke mit der Ortscentrale durch dreidrähtige Meldeleitungen verbunden. Die Meldetische werden gewöhnlich im Fernzimmer mit aufgestellt, sie können aber auch bei grossen Verhältnissen als besonderes Meldeamt in eigenem Raume angeordnet werden. Zur mündlichen Mitteilung zwischen Meldeamt und Fernamt sind besondere Dienstleitungen vorgesehen; die von den Meldetischen aufgenommenen Gesprächsanmeldungen werden jedoch mittelst Boten, Rohrpost u. s. w. an die Ferntische befördert.

Die Meldetische.

Sämtliche Fernverbindungen werden von den Ferntischen aus stets über die Vorschalteschränke (Fernverbindungsschränke) der Ortsvermittelungsanstalt geleitet; eine Mitwirkung der Beamten der Meldetische tritt bei der Ausführung der eigentlichen Fernverbindungen nicht ein.

Jeder Meldetisch ist für vier Arbeitsplätze eingerichtet und jeder Arbeitsplatz erhält drei in sämtlichen Umschaltetafeln des Ortsamtes auf Vielfachklinke liegende Meldeleitungen, welche im Ruhezustande von einer Klinke Km aus über den Hebelumschalter U mit dem Relais R verbunden sind. Wird das Relais von einem ankommenden Rufstrom durchflossen, so schliesst es die Lampenbatterie durch die Glühlampe ML und durch die Haltewicklung des Relais, sodass die Glühlampe so lange leuchtet, bis der Stromkreis beim Einschalten des Abfrageapparats durch Umlegen des Umschalters U unterbrochen wird. Der dritte Draht der Meldeleitung bildet im Ortsamte die Prüfleitung und ist im Meldeamte über einen Widerstand w mit einer über besondere Kontakte sämtlicher Umschalter eines Arbeitsplatzes führenden gemeinsamen Leitung verbunden. Diese Leitung liegt, so lange der Beamte des Platzes nicht beschäftigt ist, sich also sämtliche Umschalter U in Ruhestellung befinden, über den Umschalter UA an Erde. Wird jedoch ein Umschalter U

Fig. 425.

in die Abfragestellung umgelegt, so wird die gemeinsame Leitung in diesem Umschalter von Erde getrennt und mit der Batterie verbunden. Die Prüfleitungen liegen also im Ruhezustande bei dem Meldeamt über den Widerstand *w* an Erde, während sie im Ortsamt an den Klinkenhülsen isoliert sind. So lange daher keine der zu einem Arbeitsplatze gehörigen Meldeleitungen im Ortsamte gestöpselt ist, kann im Ortsamte beim Prüfen der Leitungen auf Besetztsein kein Knacken im Fernhörer entstehen; die Leitungen erscheinen also frei. Steckt aber in einer Meldeleitung beim Ortsamt ein Stöpsel, so erscheint diese eine Leitung besetzt; hat sich jedoch der Beamte des Meldeamts dann eingeschaltet, so erscheinen sämtliche zu seinem Arbeitsplatze führende Leitungen besetzt, da deren Prüfleitungen im Umschalter *U* an die Batterie gelegt sind.

Sollen die an einem zeitweise nicht besetzten Arbeitsplatz endenden Leitungen zur Vermeidung vergeblichen Anrufens besetzt erscheinen, so wird der Hebelumschalter *UA* dieses Platzes umgelegt. Die Leitungen eines unbesetzten Arbeitsplatzes können jedoch dadurch benutzt werden, dass das Abfragen von den benachbarten Plätzen aus durch Einstecken des Stöpsels *AS* in die Klinke *Km* erfolgt, oder dass sämtliche Leitungen mittelst des Platzumschalters mit dem Nachbarplatze desselben Tisches zusammen geschaltet werden. Für den Anruf des Ortsamtes ist für jede Tischseite eine Meldeleitung im Ortsamt auf Klappe geschaltet, wie dies für die zur Meldelampe ML_8 gehörige Leitung angegeben ist.

Die Dienstleitungen der Ferntische liegen auf den Arbeitsplätzen der Meldetische an Klinken *Kd*, sodass die Beamten der Meldetische unter Benutzung des Stöpsels *AS* und des Umschalters *UA* auch mit jedem Arbeitsplatze des Fernamts verkehren können. Die unmittelbar neben den Klinken *Kd* angebrachten Glühlampen dienen dazu, das Freisein oder Besetztsein der Fernleitungen anzuzeigen; der Beamte des Meldetisches kann also hierüber dem Teilnehmer sofort Mitteilung machen.

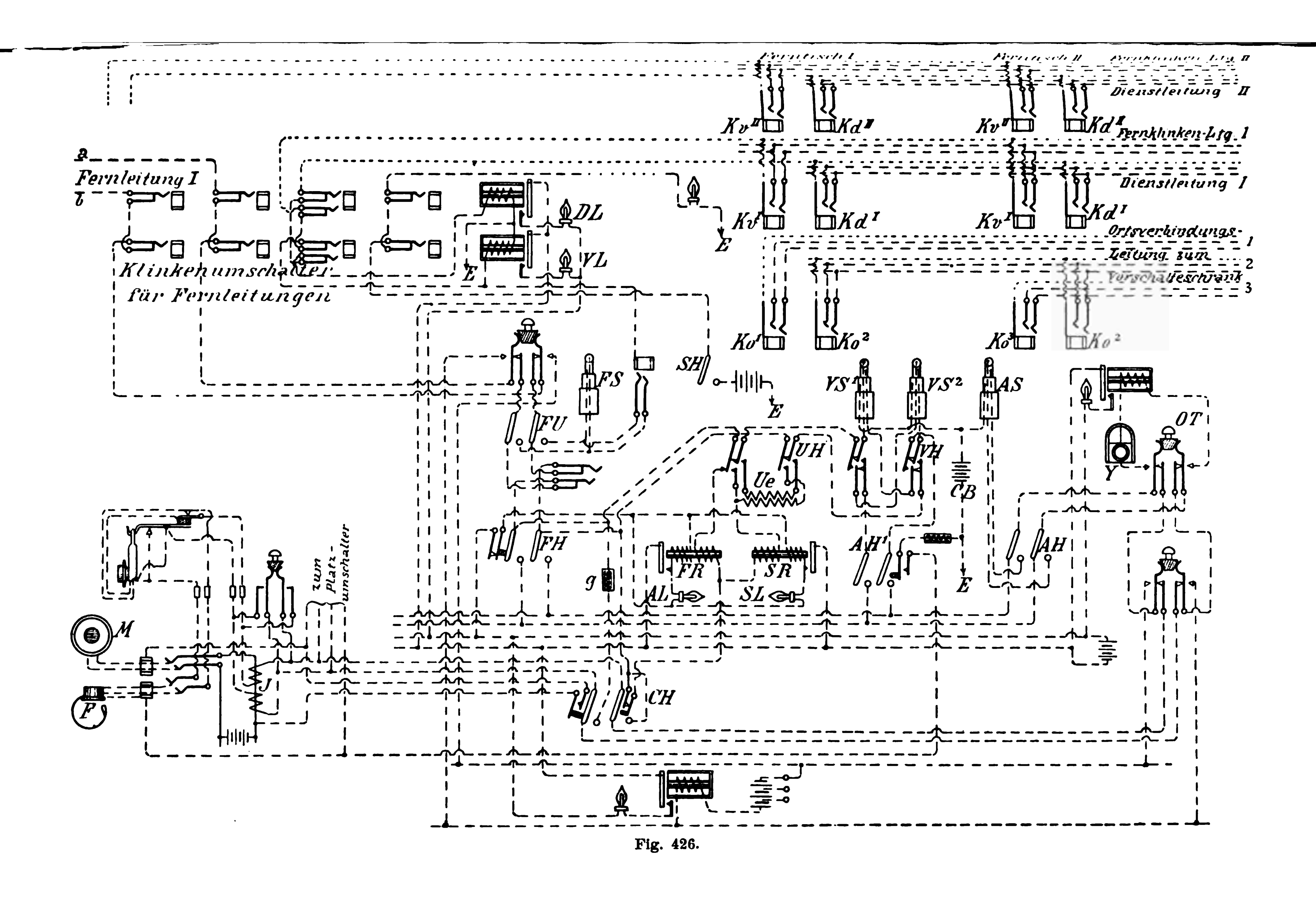
Die Vorschalte- oder Fernverbindungsschränke

3. Die Vorschalte- oder Fernverbindungsschränke. — Sie werden nach Erfordernis in Schrank- oder Tischform hergestellt. Da sämtliche Teilnehmerleitungen über die Vielfachklinken der Vorschalteschränke geführt werden müssen, so wird sich in der Regel die Aufstellung der Vorschalteschränke im Ortsamt empfehlen und im Fernzimmer nur dann angängig sein, wenn dadurch nicht eine wesentliche Verlängerung der Verbindungskabel bedingt wird.

Vorschalteschränke in Tischform erfordern ebenfalls wie die Teilnehmertische ein Podium von 90 bis 150 cm lichter Höhe.

Von dem Vorschalteschranke führen dreidrähtige Ortsverbindungsleitungen (Fig. 426) nach den Ferntischen. Sie dienen zur Verbindung der Teilnehmerleitungen mit den Fernleitungen und sind zum Teil wie Leitung 2 in Vielfachschaltung durch die Ferntische geführt, zum Teil liegen sie wie Leitung 1 und 3 nur in je einem Tische auf Klinken. Für jeden Ferntisch werden nach Bedarf einige einfach geschaltete Ortsverbindungsleitungen und für sämtliche Ferntische oder einzelne Gruppen derselben ausserdem eine Anzahl vielfach geschalteter Ortsverbindungsleitungen vorgesehen.

Die zum Sprechen dienenden beiden Drähte jeder Ortsverbindungsleitung sind am Vorschalteschranke (Fig. 427) an einen Hörschlüssel *H* und an einen Verbindungsstöpsel *VS* geführt, während an dem dritten Drahte, welcher auf dem Ferntische den Prüfdraht bildet, eine Anruflampe *AL* mittelst eines Relais



Fernleitung I
a
b
Klinkenumschalter für Fernleitungen
DL
VL
E
Dienstleitung II
Fernklinken-Ltg. I
Dienstleitung I
Ortsverbindungs-Leitung zum Vorschalteschrank
1
2
3
Kv
Kd
Ko
Ko²
FS
SH
FU
VS¹
VS²
AS
OT
UH
VH
Ue
CB
AH¹
AH
FH
g
FR
SR
AL
SL
CH
M
F
J
Y
zum Platz-umschalter

Fig. 426.

AR angeschlossen ist. Der Ortsstromkreis dieser Glühlampe ist derart über einen durch den Verbindungsstöpsel *VS* bethätigten Umschalter *U* geführt, dass die Lampe keinen Strom erhält, so lange das Relais *AR* stromlos ist und der Verbindungsstöpsel *VS* sich in der Ruhelage befindet. Wird am Ferntische (Fig. 426) einer der dreiteiligen Stöpsel VS_1, VS_2 oder *AS* in die Klinke einer Ortsverbindungsleitung, z. B. Ko_1 eingesetzt, so erhält das zugehörige Relais AR_1 am Vorschalteschranke Strom aus der Batterie *CB* des Fernamts und die Anruflampe AL_1 leuchtet auf, bis der Beamte am Vorschalteschranke den Stöpsel VS_1 zur Herstellung der verlangten Verbindung aus dem Umschalter U_1 herauszieht und hierdurch den Lampenstromkreis unterbricht. Erst wenn der Beamte am Ferntische später nach Erledigung des Ferngesprächs den in Klinke Ko_1 steckenden Stöpsel herauszieht und das Relais AR_1 am Vorschalteschrank infolgedessen stromlos wird, leuchtet die Lampe AL_1 abermals auf und veranlasst hierdurch den Beamten am Vorschalteschrank, auch seinerseits die Verbindung durch Zurückführung des Stöpsels VS_1 in die Ruhelage zu trennen, wodurch die Lampe AL_1 wieder erlischt.

Zum Austausche dienstlicher Rückfragen führen vom Vorschalteschranke nach den Vielfachumschaltern des Ortsamtes einige in diesen Umschaltern auf Klinke liegende Meldeleitungen. Als Anrufsignal dient auch in diesen Leitungen eine Glühlampe AL_4 mit vorgeschaltetem Relais R_4. Wird die Hauptwicklung dieses Relais durch einen vom Ortsamt entsandten Weckstrom durchflossen, so schliesst der Relaisanker die Lampenbatterie durch die Glühlampe und durch die Haltewicklung des Relais. Die Lampe brennt daher nach dem Aufhören des Weckstroms noch so lange weiter, bis der Abfragestöpsel *S* in die Klinke *Km* gesteckt wird.

Die benachbarten Plätze jedes Vorschalteschranks können mittelst Platzumschalters zusammengelegt werden. Ausserdem kann bei voller Besetzung der Plätze der in einer Ortsverbindungsleitung ankommende Ruf von dem Beamten des Nebenplatzes in der Weise entgegengenommen werden, dass er den Verbindungsstöpsel *VS* der betreffenden Leitung in die Aushülfsklinke *Ka* seines Abfragesystems einführt.

Der Klinkenumschalter.

K l i n k e n u m s c h a l t e r. Bei der Umlegung einer Fernleitung auf einen anderen Arbeitsplatz müssen auch die zugehörige Dienstleitung, Fernklinkenleitung und die Signalleitung nach den Meldetischen umgeschaltet werden. Hierzu dient für die mit STOCKschen Ferntischen ausgerüsteten Ämter ein Klinkenumschalter von der in Fig. 426 oben links skizzierten Anordnung. Er enthält ausser den vier einfachen Klinken für die beiden Drähte jeder Fernleitung zwei Klinken mit doppelten Unterbrechungskontakten für die Dienstleitung und für die Fernklinkenleitung, sowie zwei einfache Klinken für die vom Umschalter *SH* aus zum Meldetische führende Signalleitung.

Zur Ausführung der Umschaltungen dienen Leitungsschnüre mit je zwei vierteiligen kammartigen Stöpseln. Soll z. B. die Fernleitung *I* auf das Apparatsystem der Fernleitung *IV* gelegt werden, so wird der eine Stöpsel einer solchen Schnur in die vier oberen zur Fernleitung *I* gehörigen Klinken eingeführt, während der zweite Stöpsel in den vier unteren Klinken der Fernleitung *IV* seinen Platz erhält.

Für jede Fernleitung enthält der Klinkenumschalter ferner noch zwei Klinken, über welche die Fernleitung bei Bedarf mit den ebenfalls an Klinken des Klinkenumschalters liegenden Doppelsprechsystemen durch Schnüre mit je zwei Zwillingsstöpseln verbunden werden kann.

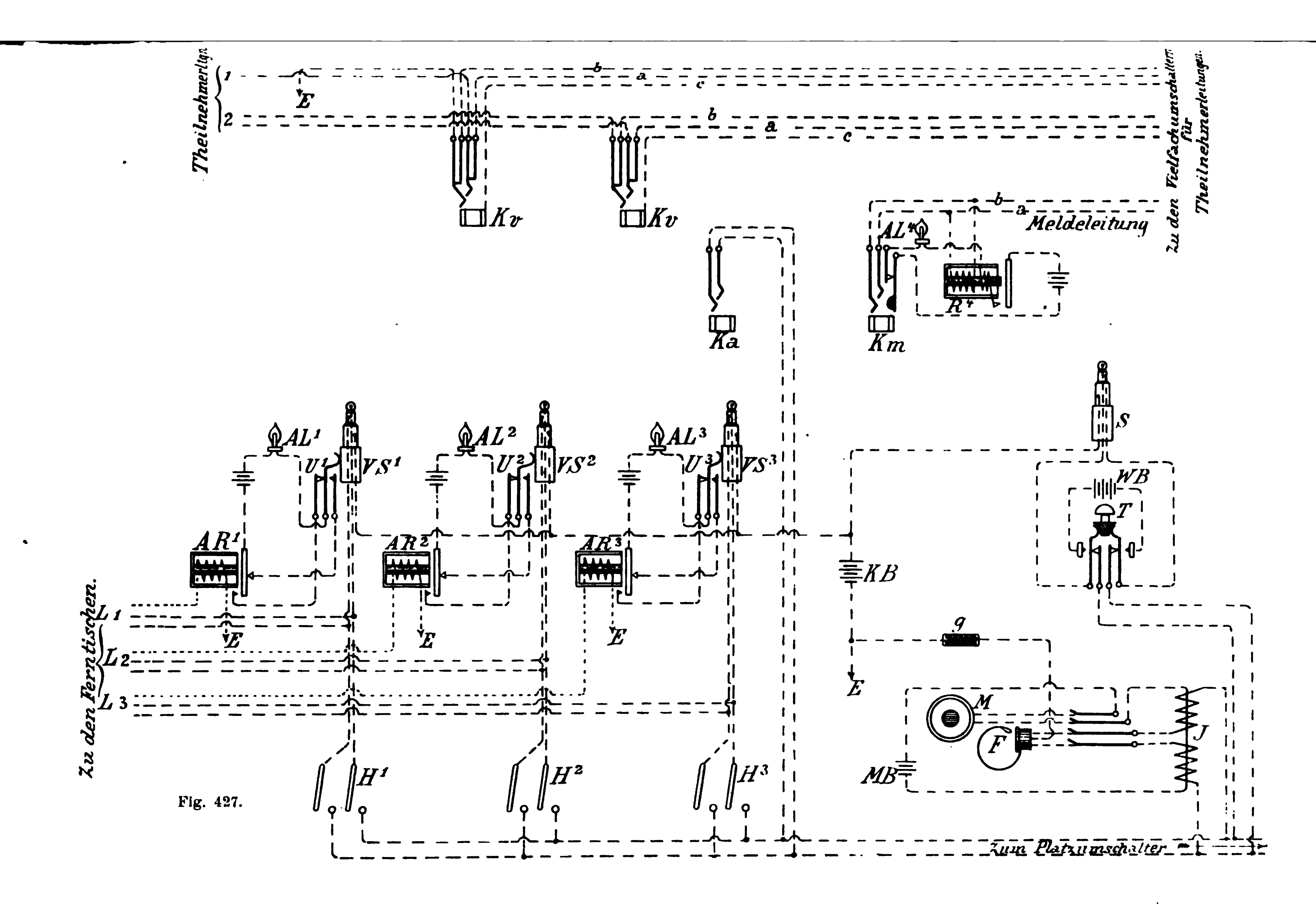

Theilnehmerltgn.
1
2
E
b
a
c
Kv
Kv
Ka
AL4
Meldeleitung
R4
Km
Zu den Vielfachumschaltern für Theilnehmerleitungen.
AL1
AL2
AL3
U1
U2
U3
VS1
VS2
VS3
AR1
AR2
AR3
S
WB
T
KB
q
M
F
J
MB
L 1
L 2
L 3
Zu den Ferntischen.
H1
H2
H3
Zum Platzumschalter

Fig. 427.

Betriebsweise.

a) Anmeldung und Aufnahme der Ferngespräche (Fig. 425). Ein Teilnehmer z. B. Th_1 ruft das Ortsamt an und verlangt das Fernamt. Die Telephonistin des Ortsamtes prüft eine Meldeleitung, z. B. No. 1, durch Anlegen des Verbindungsstöpsels an die Klinke Kv_1 in der üblichen Weise. Entsteht bei der Prüfung kein Knacken, so ist die Leitung frei und die diese Leitung bedienende Beamtin des Meldeamts nicht beschäftigt. Die Telephonistin des Ortsamtes stellt dann die Verbindung her und bringt durch Anruf das Relais R_1 zum Ansprechen und damit die Lampe ML^1 zum Glühen.

Die Beamtin des Meldetisches schaltet sich durch Umlegen des Umschalters U_1 ein und vermerkt die verlangte Fernverbindung.

Da der Anruf nur nach einem gerade nicht beschäftigten Beamten gelangt und daher sofort beantwortet wird, so kann die Telephonistin des Ortsamtes ohne grossen Zeitverlust eingeschaltet bleiben, bis der Teilnehmer seine Nummer genannt hat. Etwaige unrichtige Angaben würden also sofort bemerkt werden.

Wünscht der Teilnehmer zu wissen, wann die gewünschte Fernverbindung voraussichtlich hergestellt wird, so kann der Beamte des Meldeamts die gewünschte Auskunft von der Telephonistin der betreffenden Fernleitung auf der zu letzterer gehörigen Dienstleitung (Klinke Kd) die erforderliche Auskunft einholen. Zeigt die über der Klinke Kd angebrachte Signalleitung im Augenblick der Anfrage das Freisein der verlangten Fernleitung an, so kann die sofortige Ausführung der Verbindung erfolgen.

Nach Aufnahme der Verbindung giebt die Beamtin des Meldeamts durch Niederdrücken der Taste T dem Ortsamte das Schlusszeichen, legt den Umschalter U_1 zurück und ist nun zur Entgegennahme einer anderen Anmeldung bereit.

b) Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung. Der in der Fernleitung I (Fig. 426) ankommende Weckstrom bethätigt das Relais FR und die zu ihm gehörige Lampe AL. Durch Umlegen des Umschalters FH nach rechts wird das Abfragesystem eingeschaltet; es werde der Teilnehmer Th_1 verlangt. Der Umschalter FH wird nun nach links und der Umschalter AH^1 nach rechts gelegt, ferner wird der Stöpsel VS^2 in die Klinke Ko^1 der zum Vorschalteschranke des Ortsamtes führenden Ortsverbindungsleitung I eingesteckt. Da die Ortsverbindungsleitung I im Fernamte nur einmal auf Klinke liegt, so ist eine Prüfung auf Besetztsein nicht notwendig; dagegen müsste eine solche Prüfung stattfinden, wenn eine vielfach geschaltete Ortsverbindungsleitung z. B. No. 2 benutzt werden soll.

Infolge der Stöpselung der Klinke Ko^1 spricht das Relais AR_1 (Fig. 427) an und die zugehörige Lampe erglüht. Am Vorschalteschranke schaltet sich jetzt die Telephonistin durch Umlegen des Umschalters H_1 nach rechts ein und nimmt die Mitteilung der gewünschten Verbindung entgegen. Sie hebt hierauf den Stöpsel VS^1 an, wobei die Glühlampe AL_1 erlischt, prüft die verlangte Leitung Th_1 auf Freisein und stellt die Verbindung her; der Umschalter wird hierauf wieder nach links gelegt.

Das Anrufen des Teilnehmers Th_1 geschieht vom Ferntische durch Niederdrücken der Taste OT; zur Verbindung mit der Fernleitung wird der Um-

schalter *VH* nach rechts gelegt. Hierbei bleibt das Relais *FR* mit der Glühlampe *AL* als Schlusszeichen eingeschaltet. Hat der Teilnehmer Th_1 Einzelleitung, so muss durch den Umschalter *UH* der Induktionsübertrager *Ue* und das Schlusszeichenrelais *SR* mit der Glühlampe *SL* eingeschaltet werden. Durch Rechtsstellung des Umschalters *FH* kann das Zustandekommen des Ferngesprächs geprüft werden.

Mit dem Stöpsel VS^1, welcher infolge Umlegens des Umschalters *VH* nach rechts bereits an den Abfrageapparat angeschlossen ist, kann nun das nächste Ferngespräch vorbereitet werden.

Die Kontrole des Ferngesprächs geschieht mittelst des Umschalters *CH*, wobei unter Ausschaltung des Relais *FR* bez. *SR* und gleichzeitiger Kurzschliessung der Induktionsrolle *J* der Fernhörer *F* mit vorgeschaltetem Graduator *g* als Brücke in die Fernleitung eingeschaltet wird.

Leuchtet bei Beendigung des Ferngesprächs die Schlusszeichenlampe *AL* bez. *SL* auf, so ist nach vorheriger Kontrole der Stöpsel VS^2 herauszuziehen, wodurch die Verbindung aufgehoben wird.

Ist mit dem Stöpsel VS_1 bereits ein anderer Teilnehmer an den Apparat gerufen, so wird er nunmehr durch Umlegen von *VH* nach links mit der Fernleitung verbunden.

c) Verbindung einer Fernleitung mit einer andern Fernleitung (Fig. 426). Verlangt die Fernleitung *I* am Platze 1 die Fernleitung *II* am Platze 7, so ist am Platze 1 Stöpsel *AS* in die zur verlangten Fernleitung gehörige Klinke Kd^{II} zu stecken und Umschalter *AH* durch Umlegen nach rechts in die Abfragestellung zu bringen. Am Platze 7 erglüht jetzt die Lampe *DL*, worauf hier der Stöpsel *AS* in die Klinke Kd^{II} gesteckt und nach Umlegen des Umschalters *AH* die Meldung entgegengenommen wird. Nachdem von Platz 7 die Zeit angegeben ist, wann die verlangte Fernleitung frei sein wird, führen beide Beamtinnen die verwendeten Stöpsel in die Ruhelage zurück.

Bei der späteren Herstellung der Verbindung wird am Platze 1 einer der Stöpsel VS_1 oder VS_2 nach erfolgter Prüfung auf Freisein in die Klinke Kv^{II} gesteckt, worauf am Platze 7 die Lampe *VL* aufleuchtet. Am Platze 7 wird jetzt der Stöpsel *FS* unter gleichzeitigem Umlegen von *FU* nach rechts in Klinke Kv^{II} eingesteckt; dadurch ist die verlangte Fernleitung *II* über die zugehörige Fernklinkenleitung *II* mit der Fernleitung *I* verbunden. Die Gesprächskontrole geschieht am Platze 1.

Nach Beendigung des Gesprächs ist am Platze 1 der Stöpsel VS_1 bez. VS_2 herauszunehmen, wodurch am Platze 7 Lampe *VL* erlischt; hier wird nunmehr zur Aufhebung der Verbindung der Stöpsel *FS* zurückgenommen und der Umschalter *FU* nach links gelegt.

d) Das Fernamt in München mit Fernleitungsvielfachumschaltern für Glühlampensignalisierung.

Das Fernamt der Münchener Centrale I ist von der Firma Petsch, Zwietusch u. Cie. (vorm. Fr. Welles) in Berlin nach Durcharbeitung des Projektes mit der Generaldirektion der königlich Bayerischen Posten und Telegraphen mit Fernleitungsvielfachumschaltern für Glühlampensignalisierung ausgerüstet worden.

Es sind zur Aufstellung gekommen: 1 Transitschrank, die erforderliche Anzahl von Ferntischen, 2 Anmeldetische und 1 Fernvermittelungs- oder Vorschalteschrank.

Der Transitschrank.

Der Transitschrank (Fig. 428). Die ankommenden Fernleitungen durchlaufen zunächst sämtlich die Klinken des Transitschrankes, von da verteilen sie sich über die einzelnen Ferntische.

Der Transitschrank ist vorerst mit 50 Anruflampen, 50 Lampen zur Signalisierung besetzter Fernleitungen (Besetztlampen), 50 Abfrageklinken und 20 Verbindungsklinken ausgerüstet. Am Tastenbrette jedes der beiden Arbeitsplätze sind 10 Schnurpaare, 10 Schlusszeichenlampen, 1 Kontrol- und 1 Ruflampe sowie 5 Sprechtasten mit 5 Besetztlampen und 21 Kipptasten vorhanden.

In der Mitte zwischen beiden Arbeitsplätzen ist zu gemeinsamem Gebrauch ein Kalkulagraph zur automatischen Registrierung der Zeitdauer der Ferngespräche angebracht.

An dem Transitschranke findet die Verbindung der Fernleitungen untereinander und während der Nacht oder bei geringem Verkehr der gesamte Fernverkehr seine Erledigung. Der Transitschrank ersetzt die bisher allgemein übliche Vielfachschaltung der Fernleitungen über sämtliche Ferntische.

Die Ferntische.

Die Ferntische. Sie sind dem Transitschrank ähnlich eingerichtet und mit 6 Anruf-, 6 Besetztlampen, 6 Abfrageklinken und 8 Verbindungsklinken ausgerüstet. Am Tastenbrette jedes der beiden Arbeitsplätze sind 4 Schnurpaare, 4 Schlusslampen, 1 Kontrol- und 1 Ruflampe, 5 Sprechtasten und 5 Besetztlampen, sowie 12 kombinierte Hebelumschalter in 3 Reihen angeordnet. Jeder Tisch hat einen Kalkulagraphen für beide Arbeitsplätze gemeinsam.

Die Anmeldetische.

Die Anmeldetische (Fig. 429). Sie dienen zur Annahme der Anmeldungen der Ferngespräche von den Ortscentralen und sind für 3 Arbeitsplätze eingerichtet. Am Tastenbrette jedes Arbeitsplatzes sind 30 Signallampen und 30 Tasten angeordnet; darüber ist eine Kontrollampe angebracht. Ferner sind für jeden Arbeitsplatz 2 Schnüre mit Stöpseln und 2 Kipptasten und am mittleren Arbeitsplatze 10 Klinken mit abgehenden Dienstleitungen vorhanden.

Der Fernvermittelungsschrank.

Der Fernvermittelungsschrank. — Seine Bauart entspricht im wesentlichen der Konstruktion der schrankförmigen Umschalter für Teilnehmerleitungen. Er enthält jedoch an Stelle der parallel geschalteten Vielfachklinken solche mit 2 Unterbrechungskontakten. Die Unterbrechungsklinken sind etwas grösser als die Vielfachklinken; sie sind in 7 Felder gruppiert. Der Schrank ist daher etwas höher als der Teilnehmerschrank. Für den Schrank sind 3 Arbeitsplätze vorgesehen.

Das Tastenbrett jedes Arbeitsplatzes enthält 30 Einzelschnüre mit Stöpsel, 30 Schlusslampen, 30 Kipptasten, eine Kontrol- und eine Ruflampe, sowie einen Stöpsel besonderer Konstruktion für den Sprechverkehr mit den Teilnehmern.

Betriebsweise.

Betriebsweise (Fig. 430). Zur Verbindung mit den Fernleitungen dienen die hinteren, d. h. die an die Kipptasten *I* angeschlossenen Stöpselschnüre; der Anruf des fernen Amtes erfolgt durch Vorwärtsbewegung des Kipptastenhebels. Die mit den Kipptasten *II* verbundenen Stöpselschnüre



Fig. 428.

dienen zur Verbindung mit dem Ortsnetze. Durch Vorwärtsbewegen des Kipptastenhebels *II* kann ausnahmsweise ein vom Fernvermittelungsschranke des Ortsamtes bereits angerufener Teilnehmer nochmals vom Ferntische aus angerufen werden.

Der Anruf auf den Fernleitungen erfolgt durch Gleichstrom, um Induktionsgeräusche zu vermeiden; für den Anruf der Teilnehmer wird Wechselstrom benutzt. Die Verwendung der einen oder der anderen Stromart ermöglicht ein besonderer Rufumschalter.

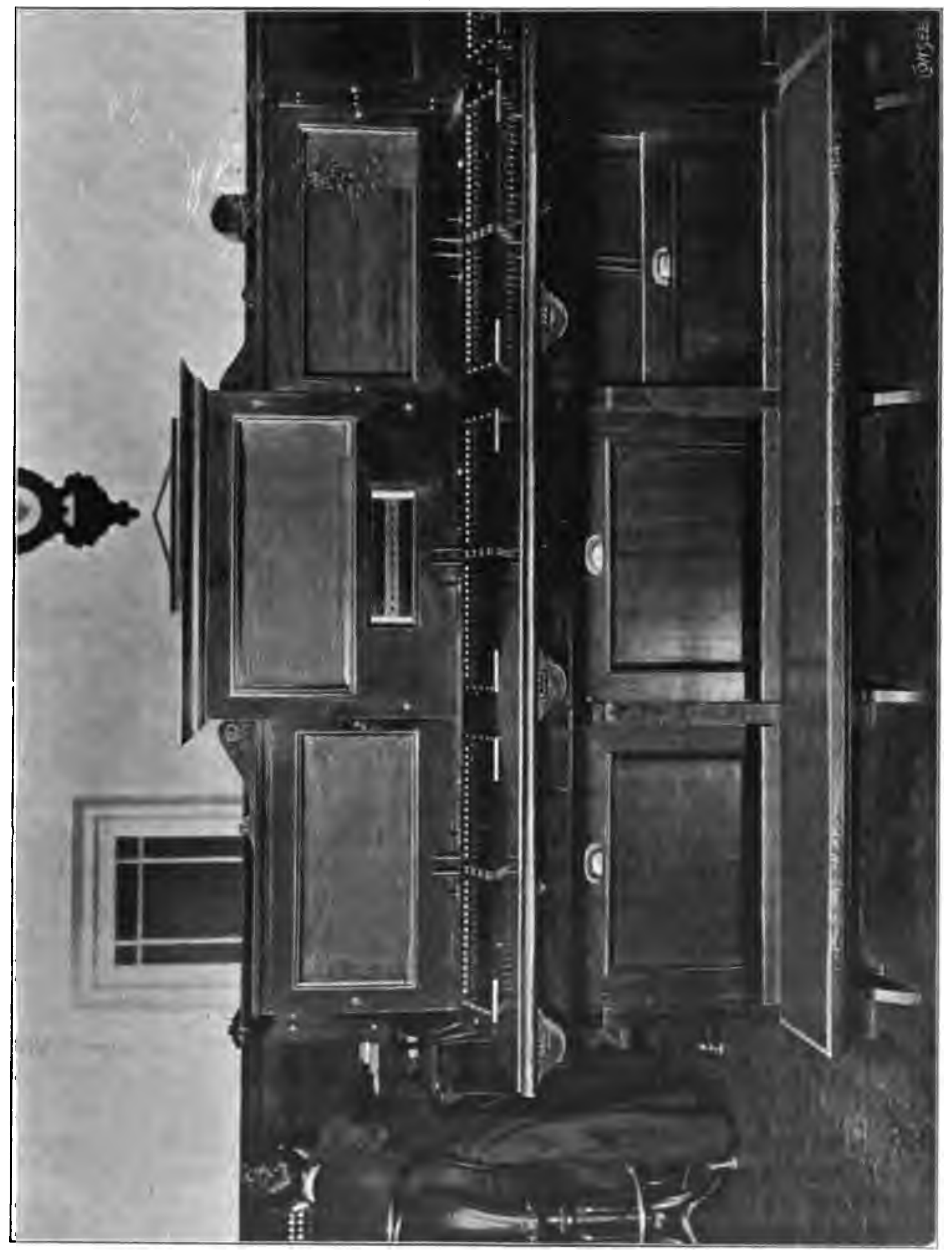


Fig. 429.

Anruf von ausserhalb. — Der in der Fernleitung ankommende Rufstrom geht über die Klinken des Transitschrankes zu dem Ferntische, an welchem die Fernleitung bedient wird. Hier geht er über die Fernklinke *kf*

und die Kipptaste *III* durch die Hauptwicklung *l* des Anrufrelais *AR*. Das Relais zieht seinen Anker an und bewirkt hierdurch das Aufleuchten der Anruflampe *AL* der betreffenden Fernleitung. Gleichzeitig wird der Kontrolrelaisstromkreis über die Haltewicklung *h* das Anrufrelais geschlossen und dadurch die Kontrollampe *CL* bethätigt.

Abfragen. — Durch Einstecken des Abfragestöpsels *AS* und Umlegen der Kipptaste *I* nach rückwärts (oben) schaltet die Telephonistin ihre Sprechgarnitur in die Fernleitung ein. Beim Einstecken des Stöpsels wird durch Öffnen der betreffenden Kontakte die Hauptwicklung des Anrufrelais von der Fernleitung abgeschaltet und durch Herstellung eines anderen Kontaktes das Trennungsrelais *TR* bethätigt.

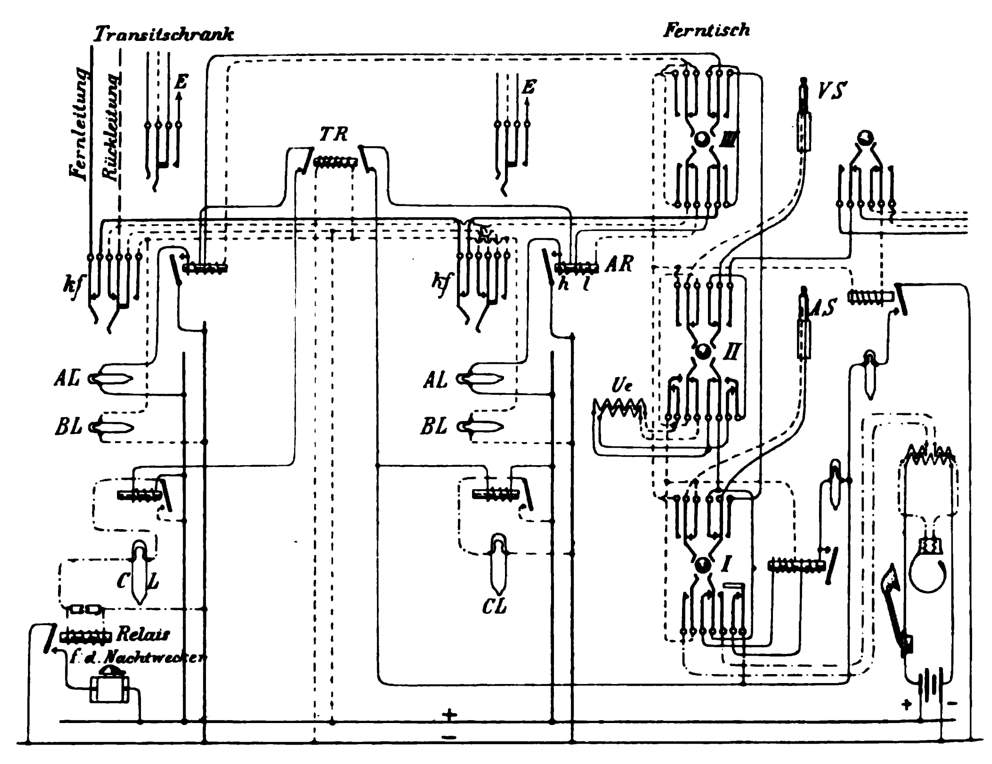


Fig. 430.

Es hören also die Anruflampe und die Kontrollampe auf zu leuchten, dagegen brennt nun eine Besetztlampe *BL* am Ferntisch und am Transitschranke; beide Lampen sind parallel geschaltet.

Verbindung mit einer anderen Fernleitung. — Ist die verlangte Fernleitung an den gleichen Ferntisch angeschlossen, so kann die Telephonistin die Verbindung unmittelbar ausführen. Liegt die verlangte Leitung jedoch an einem anderen Ferntische, so wird die Verbindung nach dem Transitschranke gemeldet, indem der Abfragestöpsel aus der Fernklinke herausgenommen und der Hebelumschalter *III* einen Augenblick nach vorwärts in Anrufstellung gedrückt wird. Hierdurch gelangt die betreffende Fernleitungs- und Kontrollampe am Transitschranke durch den Strom der Rufbatterie zum Leuchten. Die Telephonistin des Transitschrankes führt nun die gewünschte Leitungsverbindung aus.

Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung. — Hierzu muss die Telephonistin des betreffenden Fernleitungstisches mit dem Fernvermittelungsschranke der Ortscentrale in Verbindung treten. Zu diesem Zwecke führen zehn Verbindungsleitungen vom Transitschrank und vier Verbindungsleitungen von jedem Ferntische nach der Ortscentrale. Die Verbindungsleitungen sind dreidrähtig, sie gehen im Fernamte von den Klinken des Transitschrankes bez. der Ferntische aus und endigen in den Stöpselschnüren des Fernvermittelungsschrankes des Ortsamtes. Der dritte Draht der Verbindungsleitung dient zur automatischen Signalgebung.

Verbindung einer Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung.

Ferner sind für jeden Fernschrank und für den Transitschrank je fünf Sprechleitungen vorgesehen. Sie sind unter Verwendung von Besetztlampen über den Transitschrank und die Ferntische vielfach geschaltet und so verteilt, dass jede Telephonistin diejenigen Arbeitsplätze des Fernvermittelungsschrankes erreichen kann, an welche ihre Verbindungsleitungen angelegt sind.

Durch Niederdrücken einer freien Sprechtaste ruft die Telephonistin des Ferntisches den Fernvermittelungsschrank an, sie meldet der Telephonistin desselben die von der Fernleitung gewünschte Verbindung und bezeichnet gleichzeitig die zu benutzende Verbindungsleitung. Der zweite Stöpsel *VS* des benutzten Schnurpaars wird hierauf in die Verbindungsklinke der bezeichneten Verbindungsleitung gesteckt. Beim Einstecken des Stöpsels leuchtet die Lampe der benutzten Verbindungsleitung am Fernvermittelungsschrank auf; sie erlischt, sobald die Telephonistin dieses Schrankes den zu der Verbindungsleitung gehörigen Stöpsel aufnimmt. Ist die verlangte Leitung frei, so wird dies der Telephonistin des Ferntisches zurückgemeldet, der Stöpsel der Verbindungsleitung wird in die Vielfachklinke (Trennklinke) der verlangten Leitung eingesteckt und der Teilnehmer angerufen. In der Leitungsverbindung liegt dann nur das Schlusszeichenrelais mit 2000 Ohm Widerstand als Brücke und bei Verbindung einer Teilnehmereinzelleitung auch der Übertrager *Ue*. Der Übertrager *Ue* wird durch Umlegen des Kipptastenhebels *II* nach rückwärts (oben) ausgeschaltet.

Sobald das Schlusszeichen gegeben wird, leuchten am Ferntische Schlusszeichenlampe und Kontrollampe auf. Die Verbindung wird hierauf durch Herausziehen der Stöpsel aus den Klinken aufgehoben, hierdurch erlöschen die Besetztlampen; die Schlusslampe und die Kontrollampe werden erst durch Umlegen der Kipptaste *I* nach rückwärts (oben) zum Erlöschen gebracht.

Beim Herausziehen des Verbindungsstöpsels aus der Klinke der benutzten Verbindungsleitung am Ferntische leuchtet im Ortsamte die Signallampe dieser Verbindungsleitung am Fernvermittelungsschranke als Schlusszeichen selbstthätig auf. Hier wird nun ebenfalls durch Herausnahme des Stöpsels aus der Verbindungsleitungsklinke die Verbindung aufgehoben. Die Signallampe erlischt, sobald der Stöpsel wieder in Normalstellung gebracht ist.

Verbindung einer Teilnehmerleitung mit einer Fernleitung. — Auf die Mitteilung des Teilnehmers: „Fernamt“, steckt die Telephonistin den Verbindungsstöpsel des benutzten Schnurpaars in die Anmeldeklinke ihres eigenen oder des benachbarten Arbeitsplatzes. Hierdurch wird der Teilnehmer mit dem Fernamte verbunden; es wird folgender Stromkreis geschlossen (Fig. 431): — Pol der Batterie *B* von 4 Volt im Ortsamte, Wicklung des Relais *AR*, Kontakt der Anmeldeklinke *Ka* — Vorschaltewiderstand *w*, Wicklung 1 des bifilaren Relais BR_1, Kontakt *c* der Taste $Sp\,T_1$ an jedem der drei Arbeitsplätze, + Pol der 4-Volt-Batterie. Die beiden Relais *AR*

Verbindung einer Teilnehmerleitung mit einer Fernleitung.

und BR_1 ziehen ihre Anker an; infolgedessen brennt im Ortsamte die Signallampe AL neben der Anmeldeklinke Ka und im Fernamte leuchtet an jedem

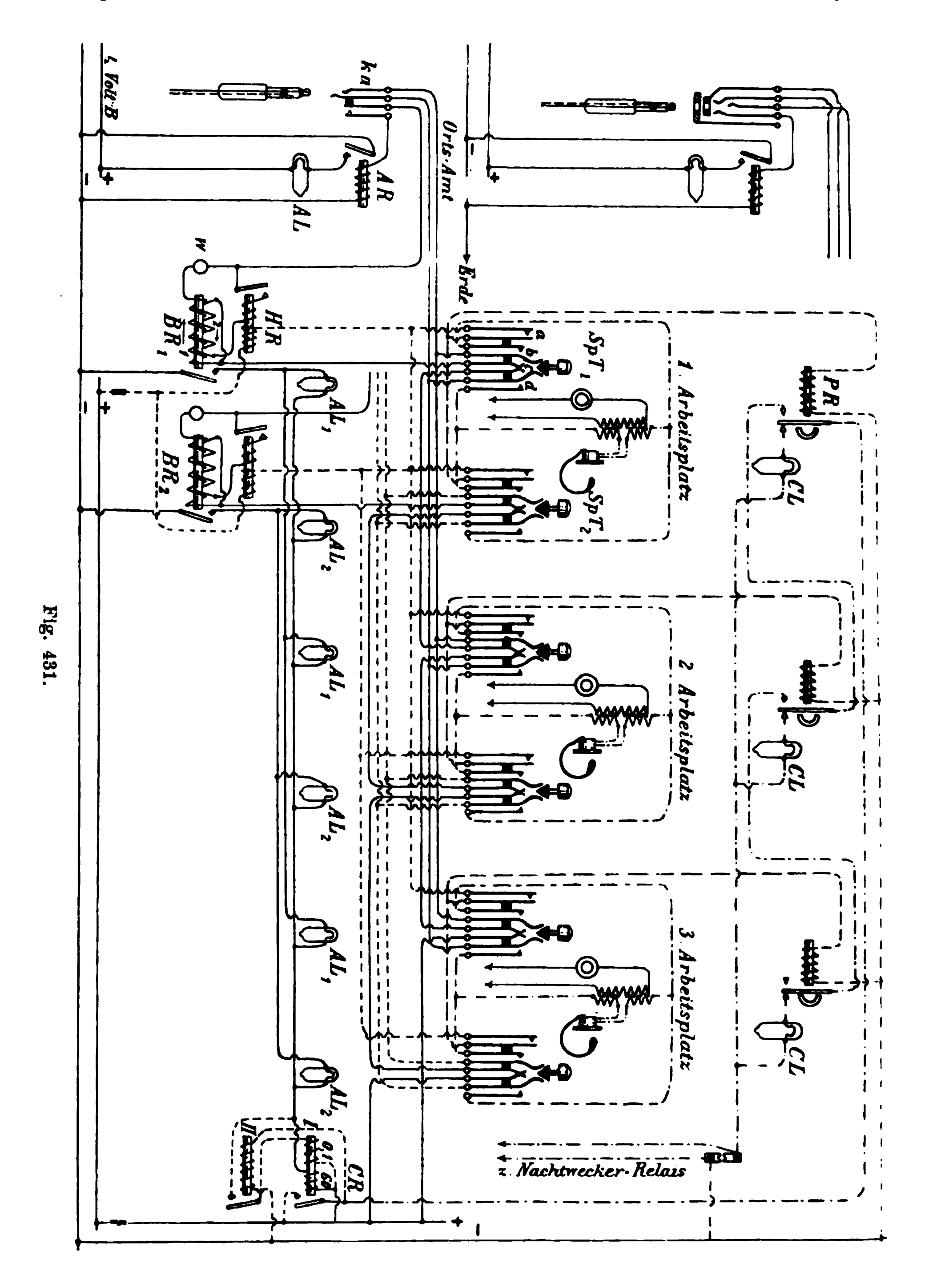


Fig. 431.

Arbeitsplatze des Anmeldetisches die erste Signallampe und ausserdem die Kontrollampe des ersten Arbeitsplatzes auf.

Stromlauf der Signallampen: + Pol der 4-Volt-Batterie *B*, 60 Ohm Wicklung des Kontrolrelais *CR*, 3 Signallampen AL_1 in Parallelschaltung, Ankerkontakt des bifilaren Relais BR_1, — Pol. Sobald der Elektromagnet *I* des Kontrolrelais seinen Anker anzieht, wirkt auch der Magnet *II* und schaltet dadurch die Wicklung 0,1 Ohm parallel zur Wicklung 60 Ohm, sodass die 3 Signallampen zum normalen Glühen kommen.

Stromlauf für die Kontrollampen: + Pol der 4-Volt-Batterie *B*, Ankerkontakt des Magnets *I* des Kontrolrelais *CR*, rechtsseitiger Ankerkontakt des polarisierten Relais *PR*, Kontrollampe *CL*, — Pol.

Die Telephonistin am 1. Arbeitsplatze des Anmeldetisches drückt darauf ihre Sperrtaste SpT_1, nimmt die Anmeldung des Teilnehmers entgegen und notiert sie auf einem Anmeldeblatte. Beim Niederdrücken der Sprechtaste wird der Stromkreis für das polarisierte Relais *PR* geschlossen und damit der Stromkreis der Kontrollampe *CL* unterbrochen. Ferner zieht das Hülfsrelais *HR* seinen Anker an und schaltet die Wicklung 2 des bifilaren Relais parallel zur Wicklung 1. Da nun die Stromwirkungen sich im Relais aufheben, so lässt es seinen Anker los und hiermit erlöschen die 3 Signallampen.

Etwas später, als der für diese Stromkreise in der Taste erforderliche Kontaktschluss eintritt, öffnet sich ihr Kontakt bei *c*, wodurch der durch die beiden bifilaren Wicklungen und durch das Relais *AR* im Ortsamte fliessende Strom unterbrochen wird. Es erlischt die Signallampe *AL* neben der Anmeldeklinke, also in demselben Augenblicke, in welchem im Fernamte die Taste gedrückt wird. Hierdurch erhält die Telephonistin des Ortsamtes Gewissheit, dass die Anmeldung des Ferngesprächs richtig entgegengenommen worden ist. Während der Niederschrift der Anmeldung bleibt die Sprechtaste gedrückt, sie wird erst losgelassen, nachdem dem Teilnehmer mitgeteilt worden ist, dass er angerufen werden wird, sobald die Fernleitung frei ist.

Beim Rückgange der Taste in die Ruhelage schliesst sich zunächst der Kontakt bei *c*; es fliesst wieder Strom durch die beiden Wicklungen des bifilaren Relais, er äussert aber keine Wirkungen. Die 3 Signallampen und die Kontrollampe leuchten daher jetzt nicht auf, wohl aber die Lampe neben der Anmeldeklinke des Ortsamtes. Das Aufleuchten dieser Lampe giebt der Telephonistin das Zeichen, dass die Anmeldung des Ferngesprächs beendet ist. Sie zieht hierauf den Stöpsel aus der Anmeldeklinke heraus und bringt dadurch die Signallampe zum Erlöschen. Die betreffende Anmeldeleitung steht dann für eine neue Übermittelung zur Verfügung. Am Anmeldetische des Fernamtes hat immer diejenige Telephonistin die Anmeldung abzunehmen, an deren Arbeitsplatz ausser der Signallampe auch die Kontrollampe mitleuchtet. Die ausgefüllten Anmeldeformulare werden an diejenigen Ferntische abgegeben, an denen die Bedienung der betreffenden Fernleitung erfolgt. Von den Ferntischen wird dann, sobald die Fernleitung verfügbar ist, der Teilnehmer auf dieselbe Weise angerufen, als ob er von ausserhalb verlangt worden wäre.

Nachtschaltung.

Nachtschaltung. — Die in die 6 Fernleitungen jedes Ferntisches eingeschalteten Kipptasten *III* (Fig. 430) werden nach rückwärts (oben) umgelegt, infolgedessen kommen alle Anrufe von auswärts an dem Transitschranke an.

C. Die Stromlieferung.

I. Kleine und mittlere Ämter.

Batterien.

Batterien. Bei Vermittelungsanstalten mit Vielfachbetrieb werden in der Regel Sammlerzellen benutzt; nur wo ihre Ladung einen zu grossen Kostenaufwand erfordern würde, kommen wie bei den Anstalten mit Einfachbetrieb, Kohlen- und Kupferelemente zur Verwendung.

Die Sammlerzellen werden meist zu 8 Stück in einem Holzkasten vereinigt. Jede Zelle hat eine Kapazität von 40 Amperestunden bei einem Ladestrome bis zu 5 Ampere und einem Entladestrome bis zu 3,7 Ampere. Die einzelnen Zellen sind entweder durch Bleileisten hintereinander geschaltet, oder es werden, um die Hinter- und Nebeneinanderschaltung derselben zu ermöglichen, auf der einen Längsseite des Batteriekastens 16 Schraubenklemmen in zwei wagerechten Reihen zu je 8 befestigt und die Klemmen der oberen Reihe mit den positiven Polen, diejenigen der unteren Reihe mit den negativen Polen der einzelnen Zellen verbunden.

Für den Mikrophonbetrieb werden 16 und mehr Zellen nebeneinander geschaltet. Als gemeinsame Zuleitungen von den Batteriepolen nach den Mikrophonen der einzelnen Umschaltetafeln dienen gut isolierte Kupferdrahtseile aus 7 Drähten von 2 mm Durchmesser. Die Zuleitungsseile sind an sämtlichen Umschaltetafeln entlang geführt; bei grossen Vermittelungsanstalten verlaufen sie zur Verringerung des Zuleitungswiderstandes in Schleifen und Doppelschleifen strahlenartig nach den einzelnen Tischumschaltern. Von den Drahtseilen sind für die Zuleitungen zu den Mikrophonen der einzelnen Arbeitsplätze gut isolierte Drähte abgezweigt; die Abzweigungsstellen sind gut verlötet. Wegen des geringen Leitungswiderstandes der Drahtzuführungen und des geringen Innenwiderstandes der Sammlerzellen tritt bei der Verwendung der gemeinsamen Mikrophonbatterie eine gegenseitige Beeinflussung der Arbeitsplätze durch Mitsprechen nicht ein.

Als Weckbatterie für den Teilnehmerverkehr genügt im allgemeinen eine Batterie von 10 Sammlerzellen. Der Gleichstrom dieser Batterie wird durch einen Polwechsler in den für den Betrieb von polarisierten Weckern erforderlichen Wechselstrom, welchen bei den Sprechstellen die Kurbelinduktoren liefern, umgewandelt.

Als gemeinschaftliche Kontrolbatterie wird bei der Vermittelungsanstalt eine Sammlerzelle benutzt; die Zuleitungen zu den einzelnen Umschaltetafeln werden wie für die Mikrophonbatterie strahlenartig verlegt.

Der Polwechsler.

Der Polwechsler. (Fig. 432 u. 433.) Er besteht aus einem auf Selbstunterbrechung geschalteten Elektromagnet, der sich in einem Kasten befindet, und dessen aus dem Gehäuse hervorragende Kerne mit etwas abgerundeten Polschuhen versehen sind. Zwischen diesen Polschuhen bewegt sich um die Achse *a* ein leichter Anker *b* aus weichem Eisen, dessen zwei Verlängerungen zum Öffnen und Schliessen des die Elektromagnetkerne umkreisenden Stromes und zum Umkehren des Stromes der Weckbatterie dienen.

Liegt die an der oberen Verlängerung befestigte Blattfeder *f* gegen den rechten Kontakt *k*, so ist der Ortsstromkreis über diesen Kontakt, den

Anker b und die Umwindungen der Elektromagnetkerne geschlossen. Der linke Kontakt k_1 ist mit einem Achatstück besetzt. Sobald der Anker von den Polschuhen angezogen wird, hört die Verbindung der Blattfeder mit dem rechten Kontakte k auf, und der Ortsstromkreis wird unterbrochen, infolgedessen aber der Anker von der Spiralfeder f_1 wieder an den Kontakt k gelegt, und das Spiel beginnt von neuem. Der Anker schwingt also mit

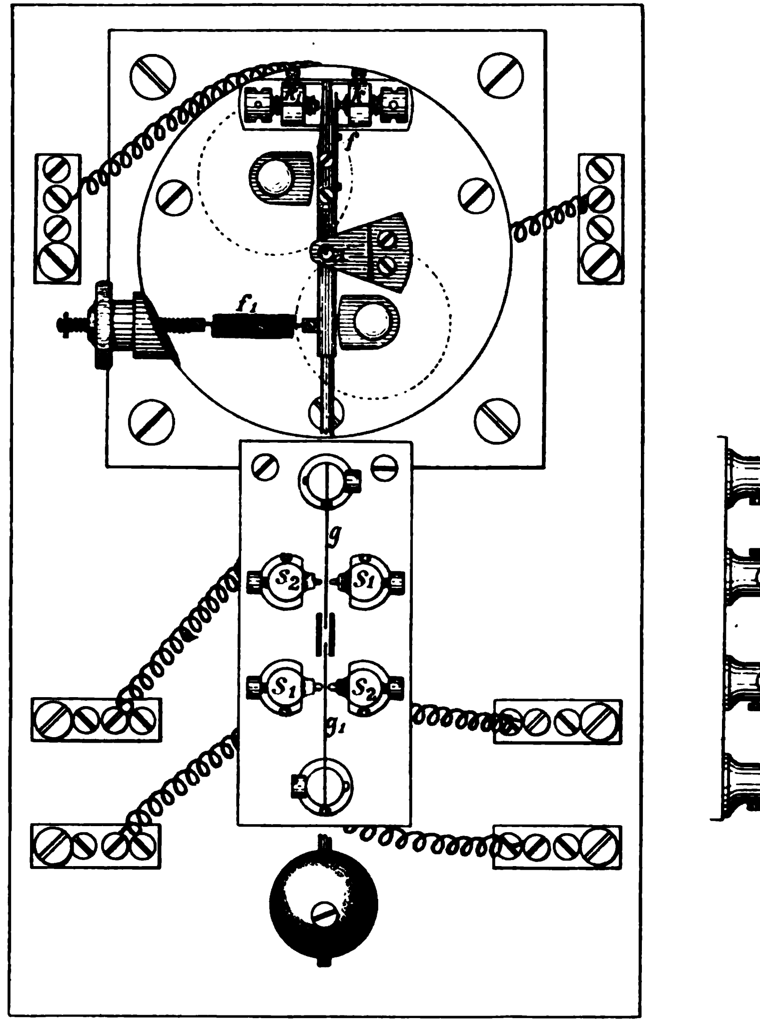


Fig. 432.

Fig. 433.

seiner als Pendelstange mit verschiebbarer Messingkugel ausgebildeten unteren Verlängerung hin und her. Die Pendelstange legt hierbei mittelst des gabelförmigen Elfenbeinansatzes i die an Messingständern befestigten Blattfedern g und g_1 abwechselnd gegen je zwei rechts und links befindliche Kontakte s_1 und s_2, welche kreuzweise miteinander und mit den Polen der Weckbatterie verbunden sind.

Bei jeder Vermittelungsanstalt werden 2 Polwechsler nach dem Schaltungsschema Fig. 434 aufgestellt. Durch den dreifachen Kurbelumschalter U

lässt sich ohne Zeitverlust der Polwechsler P_1 oder P_2 einschalten. Der Doppelkurbelumschalter U^1 ermöglicht die gleichzeitige Ein- und Ausschaltung der Orts- und der Linienbatterie. Die Polwechsler werden an einer senkrechten Wand befestigt, sodass die in Ruhe senkrecht hängende Pendelstange mit der verschiebbaren Messingkugel bei Erregung und Wiederverschwinden des Elektromagnetismus frei und gut schwingen kann. Zum Betriebe eines Polwechslers dienen als Ortsbatterie *OB* zwei hintereinander geschaltete Kupferelemente oder eine Sammlerzelle mit 30 Ohm Vorschaltewiderstand. Als Linienbatterie *LB* dienen ebenfalls Kupferelemente oder Sammler.

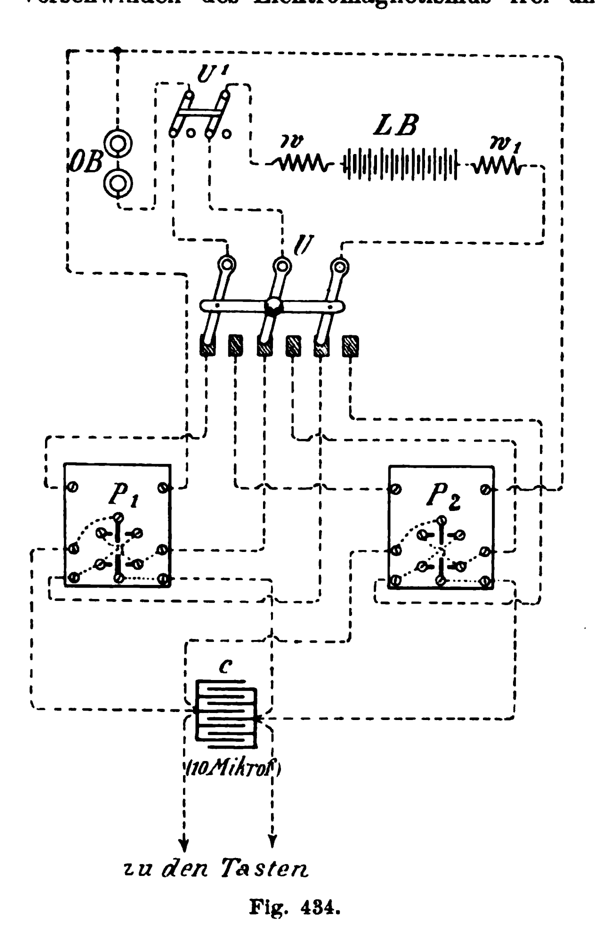


Fig. 434.

Besteht die Batterie *LB* aus Sammlern, so sind zur Verhütung von Kurzschlüssen 80 Ohm Widerstand vorzuschalten, von denen je 40 Ohm als Widerstände w und w_1 an die beiden Pole der Batterie zu legen sind. Sollten bei diesem Vorschaltewiderstande die Ströme der Weckbatterie nicht hinreichen, um entfernt gelegene Vermittelungsanstalten im Vor- und Nachbarortsverkehr anzurufen, so ist an Stelle des einen Widerstandes von 40 Ohm ein solcher von 20 Ohm einzuschalten. Erforderlichen Falles kann auch der zweite Widerstand auf 20 Ohm bemessen werden. Bei Kupferbatterien kommen Vorschaltewiderstände nicht zur Anwendung. Zwischen die beiden Drähte, welche am Polwechsler die Ströme wechselnder Richtung aufnehmen und zu den Tasten führen, wird ein Kondensator c von 10 Mikrofarad Kapazität eingeschaltet, um die durch den Richtungswechsel der Weckströme eintretende Induktionswirkung auf die Drähte der Umschaltetafeln fernzuhalten, und der schädlichen Funkenbildung an den Kontakten des Polwechslers vorzubeugen.

II. Grosse Ämter.

Bei grossen Ämtern und namentlich bei solchen, welche ganz oder teilweise Glühlampen zu Signalzwecken benutzen, erfordert der Betrieb solche Energiemengen, dass es zu ihrer Erzeugung der Einrichtung besonderer

elektrischer Kraftstationen und der Aufstellung von Sammlerbatterien von grösserer Kapazität bedarf als die Batterien bei Ämtern geringeren Umfanges sie besitzen.

Besondere Beachtung verdienen die in neuester Zeit zur Einrichtung gekommenen Stromlieferungsanlagen für das Kölner Stadtfernsprechamt, für die Münchener Centrale II und die Wiener Centrale.

I. Stromlieferungsanlage für das Stadtfernsprechamt in Cöln (Rhein).

Das Stadtfernsprechamt ist mit Stockschen Vielfachumschaltern für Teilnehmerleitungen und Vielfachumschaltern für Fernleitungen ausgerüstet. Der Berechnung der Akkumulatorenanlage ist der Maximalstromverbrauch bei voller Belastung des Amtes mit 12000 Teilnehmer- bez. Verbindungsleitungen zu Grunde gelegt.

Zur Speisung der Sammlerzellen für die Mikrophone und für die Bethätigung der Glühlampen ist ein Dreileiternetz hergestellt. Sämtliche Mikrophone werden zwischen den negativen Aussenleiter und den Mittelleiter eingeschaltet; sie erhalten 2 Volt Spannung, die Glühlampen, welche 4 Volt brauchen, werden zwischen die beiden Aussenleiter eingeschaltet.

Die Batterien.

Zum Betriebe des Dreileiternetzes dient eine Batterie von 10 parallel geschalteten Zellen zu je 380 Amperestunden, bei 16 Ampere Entladestrom, sowie eine zweite Batterie von ebenfalls 10 parallel geschalteten Zellen mit je 240 Amperestunden bei 16 Ampere Entladestrom. Als Aushülfsbatterie ist eine weitere Batterie von 10 Zellen zu je 380 Amperestunden vorhanden.

Für das Wecken der Teilnehmer im Ortsverkehr dient unter Mitbenutzung eines Polwechslers eine Batterie mit zwei Gruppen von je 10 Sammlerzellen gewöhnlicher Grösse (40 Amperestunden).

Die Ämter im Fernverkehr werden mittelst einer Batterie von 50 hintereinander geschalteten Zellen zu je 13,5 Amperestunden geweckt. Von jeder 10. Zelle ist eine Abzweigung hergestellt, sodass Spannungen von 20, 40, 60, 80 und 100 Volt zur Verfügung stehen.

Eine besondere Batterie von 10 hintereinander geschalteten Zellen zu 13,5 Amperestunden dient als Anrufbatterie der Automatenanschlussleitungen.

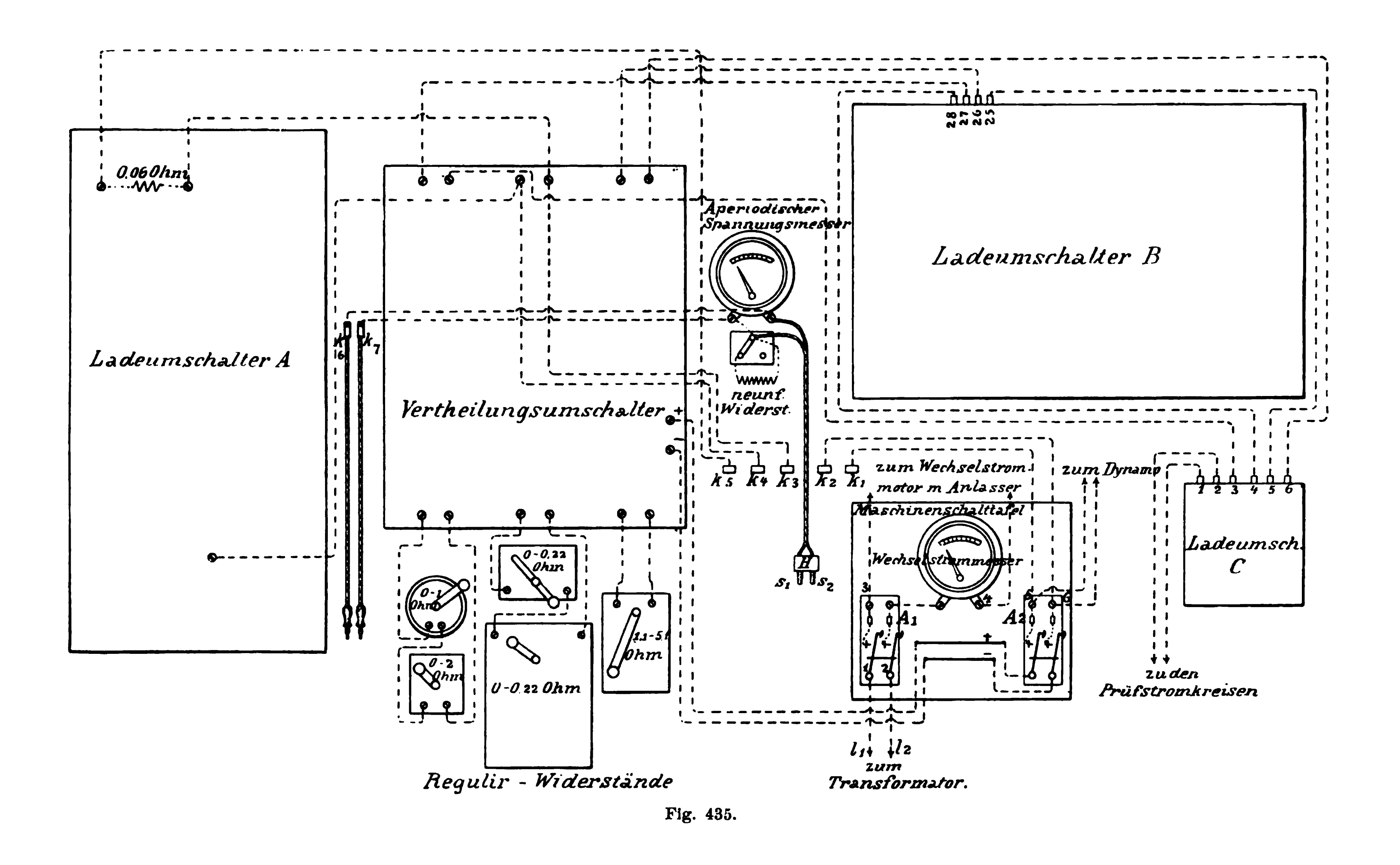
Eine Batterie von der Grösse der Weckbatterie für den Ortsverkehr wird als Aushülfsbatterie für den Weckbetrieb des Orts- und des Fernamtes benutzt, nach Erfordernis auch für den Anruf in den Automatenanschlussleitungen.

Für den Prüfstromkreis genügt eine Zelle zu 40 Amperestunden, sowie eine gleiche als Aushülfe.

Die Maschinenanlage.

Umformer.

Umformer. Die zum Laden der Sammler erforderliche Energie wird aus dem städtischen Elektrizitätswerk entnommen. Zum Anschluss an letzteres ist im Kellergeschoss des Stadtfernsprechamtes ein Hochspannungs-



0.06 Ohm
Ladeumschalter A
k_6
k_7
Vertheilungsumschalter
Aperiodischer Spannungsmesser
neunf. Widerst.
Ladeumschalter B
28 27 26 25
k_5 k_4 k_3 k_2 k_1
s_1 s_2
zum Wechselstrommotor m Anlasser
Maschinenschalttafel
Wechselstrommesser
A_1
A_2
zum Dynamo
1 2 3 4 5 6
Ladeumsch. C
zu den Prüfstromkreisen
0-1 Ohm
0-2 Ohm
0-0.22 Ohm
0-0.22 Ohm
1.1-5 Ohm
Regulir - Widerstände
l_1 l_2
zum Transformator.

Fig. 435.

Niederspannungstransformator aufgestellt, von welchem zwei Zuleitungen nach einem neben dem Fernverkehrssaal in einem besonderen Raume aufgestellten Wechselstrom-Gleichstromumformer geführt sind. Dieser Umformer besteht aus einem Wechselstrommotor von 6 *PS* und einer mit ihm gekuppelten Gleichstrom-Nebenschlussdynamomaschine. Die letztere leistet 100 Ampere bei 30 Volt Klemmenspannung (vgl. Fig. 441).

Die Schalttafel für die Maschine des Wechselstrom-Gleichstromumformers (Fig. 435) ist mit einem doppelpoligen Ausschalter A_1 für den Wechselstrommotor und einem gleichen Ausschalter A_2 für die Dynamomaschine sowie

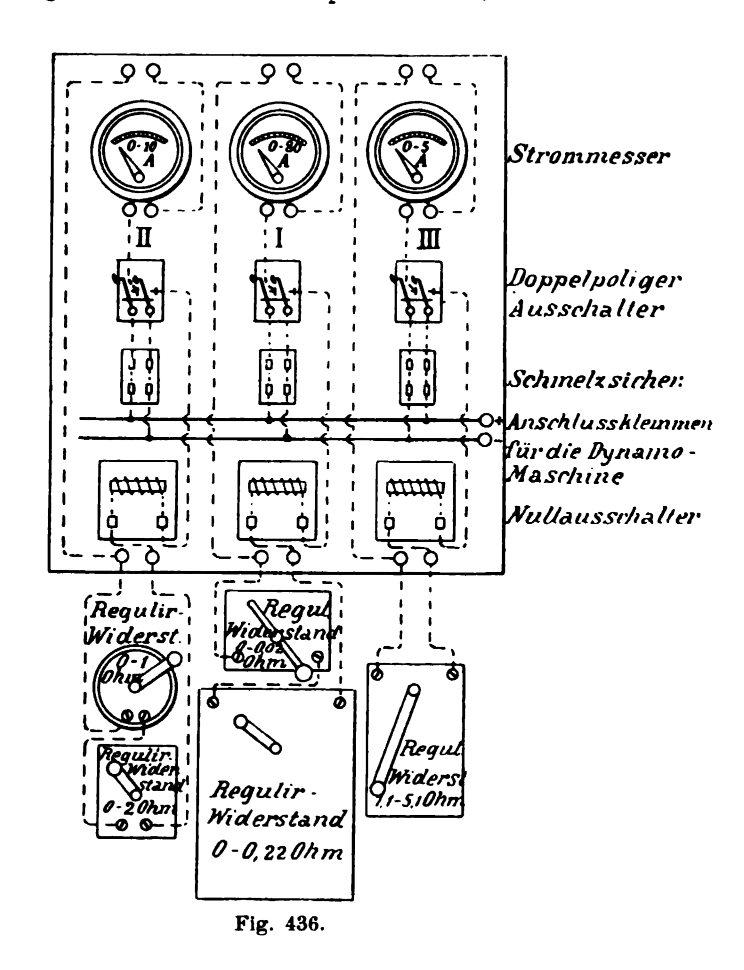


Fig. 436.

mit einem Wechselstrommesser ausgerüstet. An die Klemmen 1 und 2 des Ausschalters A_1 werden die vom Hochspannungs-Umformer im Keller kommenden Zuleitungen l_1 und l_2 gelegt.

Der Wechselstrommotor nebst zugehörigem Verschiebungs- und Anlasswiderstand steht mit den Anschlussbolzen 3 und 4 in Verbindung. Die Dynamomaschine giebt ihren Strom an die Klemmen 5 und 6 des Ausschalters A_2 ab.

Fig. 435 veranschaulicht auch die Verbindung der übrigen für die Ladestation noch erforderlichen Umschaltetafeln und Apparate mit der Maschinenschalttafel.

Lade-
umschalter.

Ladeumschalter. Die Ladestation ist so eingerichtet, dass die Sammler nur dann geladen werden, wenn sie ausser Betrieb gesetzt sind; auf diese Weise wird der Fernsprechbetrieb von etwaigen Schwankungen im städtischen Elekrizitätswerke gänzlich unabhängig gemacht. Zur Ausserbetriebsetzung der Sammler, Einschaltung derselben in den Ladestromkreis und zur gleichzeitigen Einschaltung der Ersatzsammler in den Betrieb dienen

Ladeumschalter A für das Dreileiternetz.

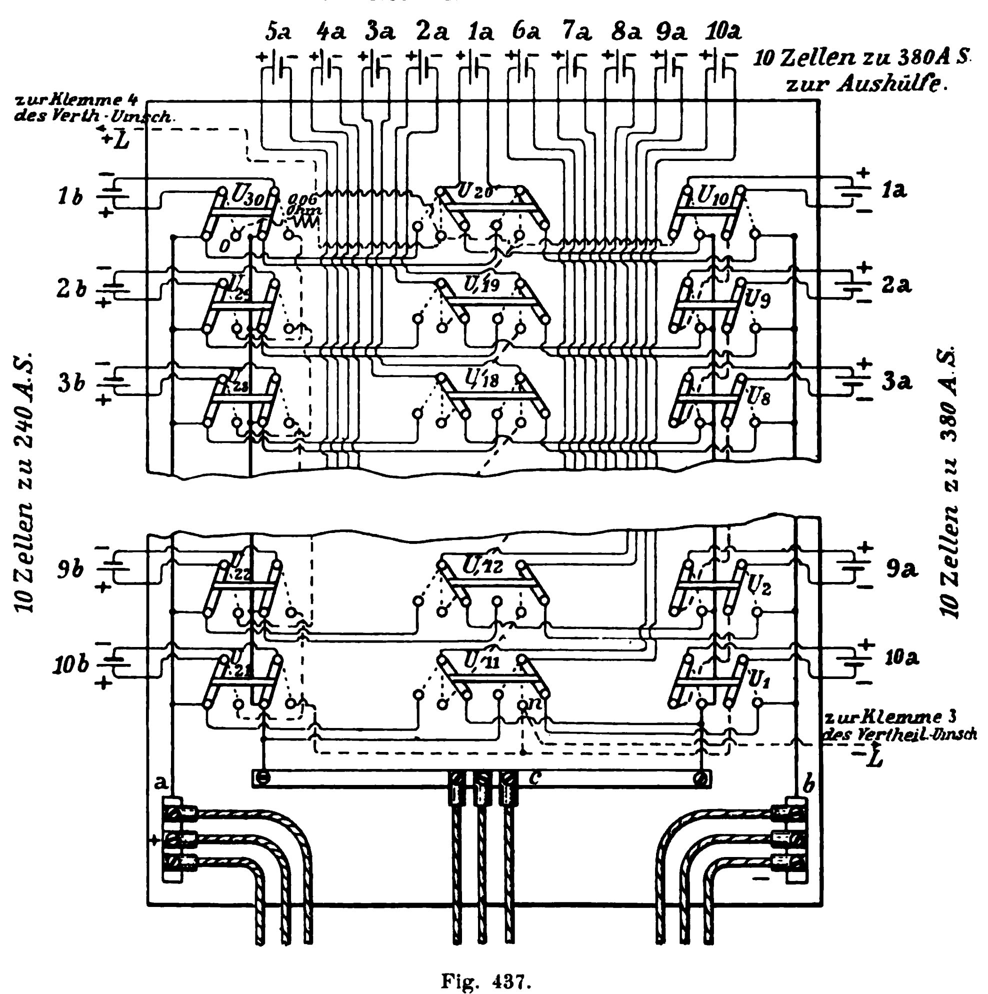


Fig. 437.

ein Verteilungsumschalter und je ein Ladeumschalter *A* für die Batterie des Dreileiternetzes, *B* für die Weckbatterien im Orts-, Fern- und Automatenanschlussverkehr, *C* für die Prüfzellen.

Verteilungs-
umschalter.

Der Verteilungsumschalter (Fig. 436). An ihm wird der Strom von der Dynamomaschine nach den Ladeumschaltern *A*, *B* und *C* verteilt. Auf einer Marmorplatte enthält er doppelpolige Ausschalter zur Unterbrechung und Schliessung der Stromkreise der Ladeumschalter, ferner die Sicherheitsvorkehrungen.

Als letztere dienen Schmelzsicherungen, welche den Strom unterbrechen, sobald er zu hoch ansteigt, und Nullausschalter, welche die Dynamomaschine abschalten, falls deren Spannung bei der Ladung soweit sinkt, dass die Gefahr einer Entladung der Sammlerbatterien in den Maschinenstromkreis eintritt. In Verbindung mit dem Verteilungsumschalter stehen die Widerstände zur Regulierung der Ladeströme.

Der Ladeumschalter A für das Dreileiternetz (Fig. 437). Er enthält auf einer aus zwei Teilen zusammengesetzten Marmortafel an den beiden äussersten senkrechten Rändern je eine Reihe von 10 Doppelkurbelumschaltern U_1 — U_{10} und U_{21} — U_{30} mit je 4 Kontakten und ferner in der Mitte eine dritte Reihe von Doppelkurbelumschaltern U_{11} — U_{20} mit je 6 Kontakten.

Die Kurbeln der Umschalter U_1 — U_{10} sind mit den Polen der 10 Zellen zu 380 Amperestunden, die Umschalterkurbeln U_{21} — U_{30} mit den Zellen zu 240 Amperestunden und die Umschalterkurbeln U_{11} — U_{20} mit den Polen der 10 Aushülfszellen zu 380 Amperestunden verbunden.

Der Umschalter ermöglicht folgende Schaltungen:

a) Kurbeln der Aussenreihen nach aussen, Kurbeln der Mittelreihe auf dem mittleren Kontakte: die 10 Zellen zu 380 Amperestunden sind parallel zwischen die Sammelschienen b und c, die zu 240 Amperestunden parallel zwischen die Sammelschienen a und c geschaltet. An der mittelsten Umschaltereihe sind 10 Aushülfszellen in Hintereinanderschaltung zur Ladung bereitgestellt.

b) Kurbeln der Umschalter U_1 — U_{10} nach links und U_{11} — U_{20} nach rechts; die Umschaltung hat in der Reihenfolge U_{11}, U_1, U_{12}, U_2 u. s. w. zu erfolgen: die Aushülfszellen sind als Betriebsbatterie parallel zwischen die Sammelschienen b und c geschaltet, die Zellen der bisherigen Betriebsbatterie dagegen für die Ladung hintereinander verbunden.

c) Umschalterkurbeln U_{11} — U_{20} nach links, U_{21} — U_{30} nach rechts; Umschaltung der einzelnen Kurbeln nur in der Reihenfolge U_{11}, U_{21}, U_{12}, U_{22} u. s. w.: die Aushülfszellen sind an Stelle der Zellen zu 240 Amperestunden als Betriebsbatterie eingeschaltet, letztere sind unter Einschaltung eines Widerstandes von 0,06 Ohm zur Ladung bereitgestellt. Der Widerstand wird eingeschaltet, weil für diese Zellen die Maximal-Ladestromstärke nur 48 Ampere betragen darf, für die übrigen am Umschalter liegenden Sammler sich dagegen auf 72 Ampere beläuft. Die Ladung erfolgt im Ladekreise I. An die Sammelschienen a, b und c sind die nach den Betriebssälen führenden Speisekabel des Dreileiternetzes gelegt: die Mikrophone werden zwischen die von der negativen Sammelschiene b ausgehenden Aussenleiter und den Mittelleiter, die Zeichenglühlampen, sowie die bezüglichen Relais zwischen die Aussenleiter geschaltet.

Der Ladeumschalter B für die Weckbatterien (Fig. 438). Die Pole der vier Gruppen von je 10 Sammlern zu 40 Amperestunden für die Ortsweckbatterie und die Aushülfsbatterie sind mit den Klemmen 1—8, die Pole der Gruppe von 10 Sammlern zu 13,5 Amperestunden für die Automatenleitungen sind mit den Klemmen 9 und 10 und die Pole der fünf Gruppen von je 10 Sammlern zu 13,5 Amperestunden für die Fernweckbatterie mit den Klemmen 15—24 verbunden. Die Klemmen 11—14 sind für eine etwa später notwendige Vergrösserung der Fernbatterie frei gelassen.

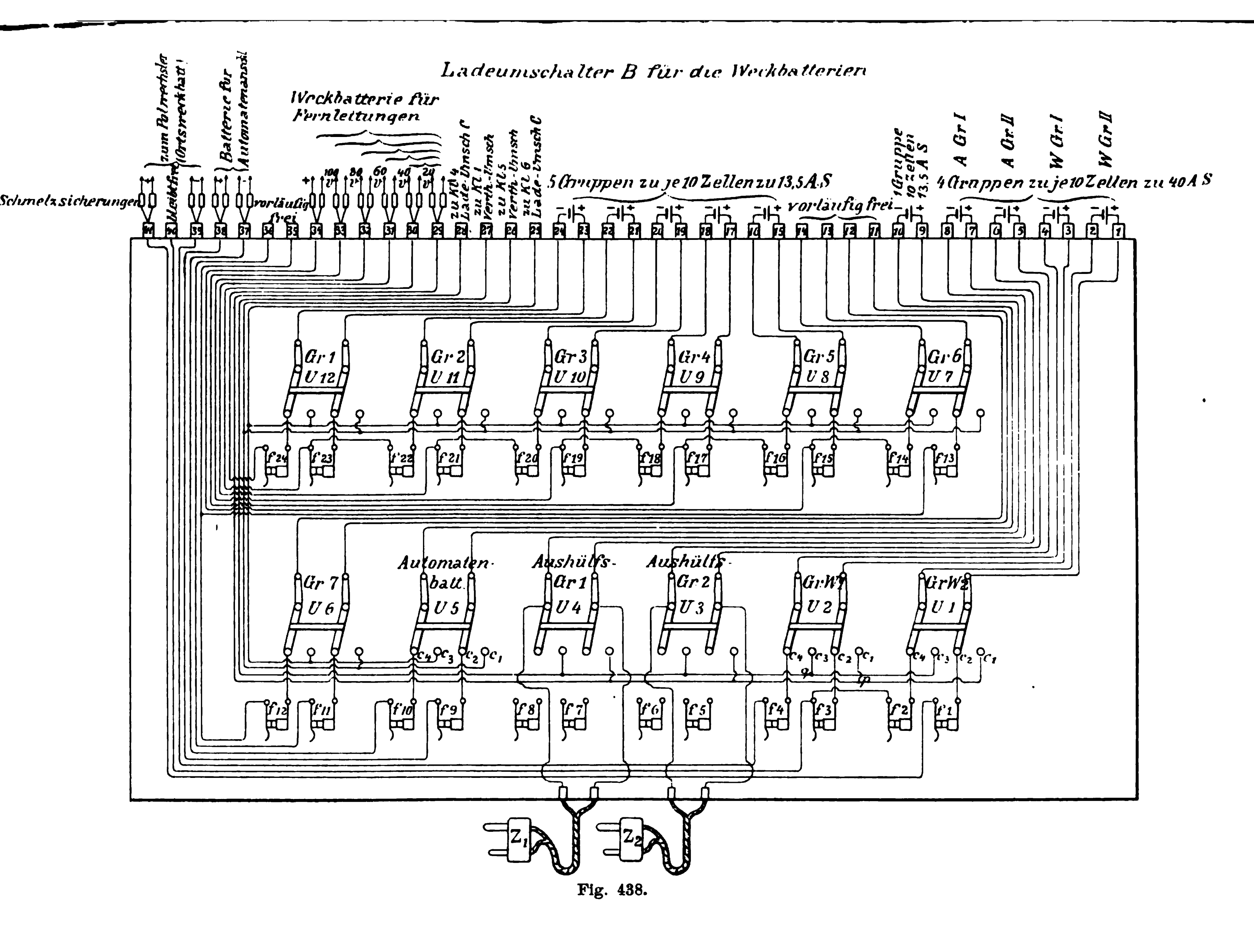

Ladeumschalter B für die Weckbatterien
Schmelzsicherungen
zum Polwechsler (Ortsweckbatt.)
Batterie für Automatenanschl.
vorläufig frei
Weckbatterie für Fernleitungen
5 Gruppen zu je 10 Zellen zu 13,5 A.S
vorläufig frei
1 Gruppe 10 Zellen 13,5 A S
4 Gruppen zu je 10 Zellen zu 40 A S
A Gr I
A Gr II
W Gr I
W Gr II
Gr 1 U 12
Gr 2 U 11
Gr 3 U 10
Gr 4 U 9
Gr 5 U 8
Gr 6 U 7
Gr 7 U 6
Automaten-batt. U 5
Aushülfs-Gr 1 U 4
Aushülfs-Gr 2 U 3
Gr W 1 U 2
Gr W 2 U 1
Z1
Z2

Fig. 438.

Die Verbindung der Polklemmen mit den Doppelkurbelumschaltern U_1 bis U_{12} und den Klinken f_1 bis f_{24}, sowie den Zwillingsstöpseln Z_1 und Z_2 ist nach der Figur leicht zu übersehen.

Der Polwechsler erhält von den Klemmen 39 und 41 die erforderliche Spannung von 40 Volt aus den an den Klemmen 1—4 liegenden zwei Sammlergruppen über die Umschalter U_1 und U_2, sowie die Klinken f_1, f_2, f_3 und f_4. Werden letztere Klinken mit den Zwillingsstöpseln gestöpselt, so werden hierdurch die an den Klemmen 5—8 liegenden beiden Aushülfsgruppen auf den Polwechsler geschaltet, die Betriebsgruppen dagegen zur Ladung abgeschaltet.

Für letzteren Zweck sind dann die Umschalterkurbeln U_1 und U_2 rechts zu stellen; es werden hierdurch die positiven Pole mit der Klemme 28 und die negativen mit der Klemme 27 verbunden. Ladestromkreis: Verteilungsumschalter — Ladeumschalter Klemme 28 — Punkt p — Kontakt c_1 von U_1 — Klemme 1 — Gruppe *W GrII* — Klemme 2 — Kontakt c_3 von U_1 — Punkt q; gleichzeitig auch Punkt p — Kontakt c_1 von U_2 — Klemme 3 — Gruppe *W GrI* — Klemme 4 — Kontakt c_3 von U_2 — Punkt q — von q weiter: Klemme 27 — Verteilungsumschalter zurück.

Die Automatenbatterie steht über die Klemmen 9 und 10 mit dem Zwillingsumschalter U_5 in Verbindung und giebt bei Linksstellung der Kurbeln ihre Spannung an die Klemmen 37 und 38 ab.

Die Batterie wird für die Ladung bereit gestellt, indem man einen der Zwillingsstöpsel in die Klinken f_9 oder f_{10} einsetzt und die Umschalterkurbeln nach rechts dreht.

Die Fernweckbatterie ist bei Linksstellung der Kurbeln von U_8 bis U_{12} in Hintereinanderschaltung an die Klemmen 29 und 34 gelegt. Spannungsabzweigungen sind an die Klemmen 30 bis 33 geführt.

Mit Hülfe der Zwillingsstöpsel Z_1 und Z_2 können durch Stöpselung der Klinken f_{15} bis f_{24} die Aushülfsgruppen eingeschaltet und dafür durch Rechtsdrehen der betreffenden Umschalterkurbeln 2 Betriebsgruppen zum Laden (Klemmen 25 und 26) abgeschaltet werden.

Am Ladeumschalter B können also verbunden werden:

a) Die Gruppen mit Sammlern von 40 Amperestunden über U_1 bis U_4 sowie die Klemmen 27 und 28 mit dem Ladekreise *II*. Maximalstrom 6 Ampere bei einer, 10 Ampere bei zwei Gruppen.

b) Die Gruppen mit Sammlern zu 13,5 Amperestunden über U_5 und U_8 bis U_{12} sowie die Klemmen 25 und 26 mit dem Ladekreise *III*. Maximalstrom $2\,^1/_2$ Ampere, wenn eine Gruppe, 4 Ampere, wenn zwei Gruppen unter Ladung stehen.

Das gleichzeitige Laden zweier parallel geschalteter Gruppen darf nur bis zur Spannung von 22 Volt erfolgen, darüber hinaus ist eine Gruppe abzuschalten und die andere Gruppe für sich unter entsprechender Ermässigung des Ladestroms bis zur oberen Spannungsgrenze fertig zu laden.

Der Ladeumschalter C für die Prüfzellen (Fig. 439). Er besteht aus den beiden Vierfachumschaltern M und N. An den Klemmen 1 und 2 liegen die Zuleitungen für den Prüfstromkreis. Mit den Klemmen 3 und 4 ist der Umschalter über 27 und 28 in den Ladestromkreis *II* und mit den Klemmen 5 und 6 über 25 und 26 in den Ladekreis *III* eingeschaltet. Betriebsstellung: Kurbeln N links, so ist Prüfzelle *I* im Betriebe, *II* ausser Betrieb. Kurbeln N rechts, so ist *II* im Betrieb und *I* ausser Betrieb.

Ladestellung: Kurbeln *M* links, so ist ausser Betrieb befindliche Zelle in Ladekreis *II* eingeschaltet; Kurbeln *M* rechts, so ist die Zelle in Ladekreis *III* eingefügt.

Die Einschaltung in den Ladekreis *II* darf nur dann erfolgen, wenn in diesem die Stromstärke über 7 Ampere nicht hinausgeht. Ist die Ladung der Prüfzelle beendet, so sind die Kurbeln *M* auf die mittleren Kontakte zu stellen; die Prüfzelle ist dann isoliert, dagegen sind die Ladestromkreise über 3 und 4 bez. 5 und 6 kurz geschlossen.

Aperiodischer Spannungsmesser.

Aperiodischer Spannungsmesser (vgl. Fig. 435). Er ist in der Nähe der Umschaltertafeln aufgehängt und mit einem Vorschaltewiderstand von neunfachem Werte des eigenen Widerstandes sowie einer Doppelschnur mit dem Handgriffe *H* verbunden. Der Vorschaltewiderstand kann durch einen Kurbelumschalter kurz geschlossen werden. Der Spannungsmesser hat einen Messbereich bis 3 Volt, bei Einschaltung des Vorschaltewiderstandes also bis $3 \times 10 = 30$ Volt.

Ladeumschalter C für Prüfzellen.

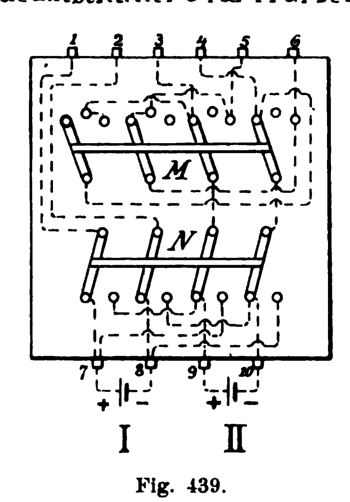


Fig. 439.

Die Träger der Kurbelachsen an den Zwillingsumschaltern des Ladeumschalters *B* und an dem Vierfachumschalter des Ladeumschalters *C* sind mit kurzen Fortsätzen versehen, in denen eine kleine Versenkung angebracht ist. Setzt man die Stifte s_1 und s_2 des Handgriffs *H* auf diese Fortsätze, so giebt der Spannungsmesser die Spannung der an den Kurbeln liegenden Batteriegruppen an. Am Ladeumschalter *B* muss der Vorschaltewiderstand stets eingeschaltet sein, am Ladeumschalter *C* ist er kurz zu schliessen.

Die mit Vertiefungen versehenen Klemmen k_1 bis k_5 dienen zur Messung folgender Spannungen:

Klemmenspannung der Dynamomaschine an k_1 und k_2,

Klemmenspannung der ausser Betrieb bez. unter Ladung stehenden 10 Sammler von 380 Amperestunden an k_3 und k_4,

Klemmenspannung der ausser Betrieb bez. unter Ladung stehenden 10 Sammler von 240 Amperestunden an k_4 und k_5.

Bei diesen Messungen ist der Vorschaltewiderstand einzuschalten.

Die Klemmenspannung jeder einzelnen nicht im Betriebe befindlichen Sammlerzelle des Ladeumschalters *A* oder der zum Betriebe parallel geschalteten Zellen erfolgt mittelst der an den Klemmen k_6 und k_7 mit dem Spannungsmesser in Verbindung stehenden Einzelschnüre mit Stöpseln unter Ausschaltung des Vorschaltewiderstandes des Spannungsmessers.

Sicherungen.

Sicherungen. — An dem Ladeumschalter *A* werden Schmelzsicherungen in die nach den Sälen führenden Kabel nicht eingeschaltet, weil die Höchstbelastung der Leiter nach voller Besetzung des Orts- und Fernamtes zuweilen über 700 Amp. betragen wird. Da die Spannung zwischen den Aussenleitern nur 4 Volt beträgt, so ergiebt sich nur ein Widerstand von 0,0057 Ohm.

Zu diesem kann kaum ein Kurzschluss von geringerem Widerstandswerte hergestellt werden.

Dagegen sind, wie in Fig. 438 angegeben ist, in die von den Klemmen 29 bis 34 und 37 bis 39 und 41 abgehenden Batteriezuführungen Schmelzsicherungen für 6 Ampere eingeschaltet. Ausserdem ist in jedem Verbindungsschranke selbst in jede Batteriezuführung eine Feinsicherung mit Zusatzspule eingeschaltet.

2. Stromlieferungsanlagen für Ämter mit Vielfachumschaltern für Glühlampensignalisierung.

a) Stromlieferungsanlage der Münchener Centrale II.

Die Anlage kann als Muster für derartige Einrichtungen dienen.

Alle Lampen, Relais, Mikrophone u. s. w. werden durch eine gemeinsame Akkumulatorenbatterie von 4 Volt Spannung gespeist; nur für die Signallampen der Sprechleitungen ist eine besondere Batterie von 24 Volt Spannung vorgesehen. Für die 4-Volt-Lampen ist ferner eine Aushülfsbatterie aufgestellt, da diese Lampen die beim Laden notwendige Überspannung nicht aushalten.

Neuerdings ist man anderwärts dazu übergegangen, eine einzige Stromquelle von entsprechender Kapazität für den gesamten Verbrauch einer Centrale zu benutzen, was um so unbedenklicher ist, als die Glühlampen besonders dazu hergerichtet sind, die erhöhte Spannung bei Ladung der Akkumulatoren auszuhalten. Man kann sogar soweit gehen, dass im Störungsfalle oder beim Versagen der Akkumulatoren die Lampen- und Mikrophonstromkreise unmittelbar von den Lademaschinen gespeist werden, wobei besondere Konstruktionen die Übertragung des Kommutatorgeräusches auf die Sprechstromkreise verhindern.

Bei der Berechnung der Akkumulatoren- und Dynamoanlage ist von vornherein auf den Stromverbrauch bei vollem Ausbaue des Amtes und ferner auch darauf Rücksicht genommen worden, dass die 4-Volt-Lampen bei weniger als 3,4 Volt Spannung kein genügendes Aufleuchten mehr liefern, und dass etwa 0,5 Volt Spannungsverlust bei voller Belastung unvermeidlich ist. Die Entladung der Batterie muss daher bei 3,9 Volt bereits unterbrochen werden.

Für die beiden 4-Volt-Lampenbatterien sind 2 Sammlerbatterien mit je zwei hintereinander geschalteten Elementen der Type 152 der Akkumulatorenfabrik A.-G. Berlin zur Verwendung gekommen. Jede Batterie kann nach Einbau sämtlicher Platten auf eine Kapazität von 5510 Amperestunden gebracht werden. Die höchste zulässige Lade- und Entladestromstärke beträgt dann 1368 Amp. Nach den für die Batterien angefertigten Entladekurven ist jede vollgeladene Batterie imstande, mit grösster Sicherheit mindestens 24 Stunden das voll ausgebaute Amt mit Strom zu versorgen, ohne dass die Spannung unter den zulässigen Endwert von 3,9 Volt sinkt.

Zur Speisung der Sprechleitungslampen dienen 13 kleine Sammler mit einer Kapazität von 72 Amperestunden bei 7,2 Amp. Entladung. Die höchste zulässige Lade- bez. Entladestromstärke beträgt 13,8 bez. 18 Amp.

Zur Ladung der 4-Volt-Batterien kommen Dynamomaschinen zur Verwendung, welche bei 6 Volt Spannung 600 Amp. leisten können. Die Dynamomaschinen sind unmittelbar mit einem Motor gekuppelt, der seinen Antrieb aus dem Leitungsnetz einer grösseren allgemeinen Starkstromanlage erhält.

Ein zweiter Maschinensatz ist zur Reserve aufgestellt worden; um ferner eine Batterie im Bedarfsfalle sehr schnell aufladen zu können, sind beide

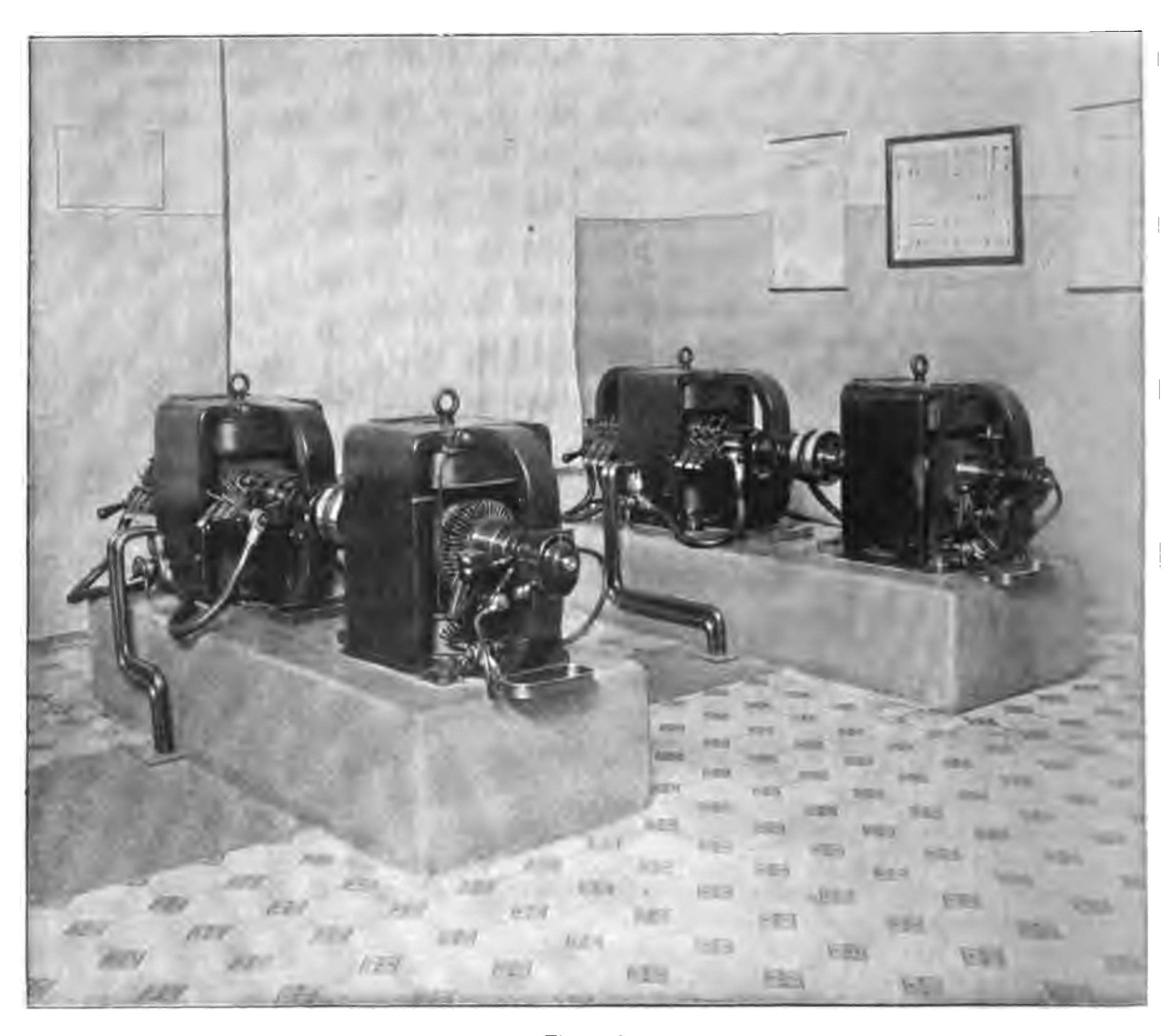


Fig. 440.

Maschinenanlagen so miteinander verbunden, dass sie ohne Mühe parallel geschaltet werden können und dann 1200 Amp. leisten.

Für die Ladung der 24-Volt-Batterie ist bei Ämtern mit ausgedehntem Sprechleitungsverkehr zweckmässig ebenfalls eine besondere Dynamomaschine aufzustellen. Eine Ladung direkt aus dem Netze einer grossen allgemeinen Starkstromanlage empfiehlt sich nur dann, wenn die Anzahl der Sprechleitungen klein und der Verkehr auf ihnen gering ist.

Der Strom für den Anruf kann ebenfalls direkt dem Netze einer allgemeinen Wechselstromanlage entnommen werden. Steht dagegen nur eine Gleichstromanlage zur Verfügung, so ist in das Leitungsnetz derselben ein Gleichstromwechselstromumformer einzuschalten.

In München ist ein Gleichstromwechselstromumformer (Fig. 440) zur Verwendung gekommen, der von dem städtischen elektrischen Leitungsnetze mit 110 Volt Gleichstrom gespeist wird und Wechselstrom von 100 Volt und 1000 Perioden in der Minute erzeugt. Neben den beiden Wechselstromschleifringen ist ein dritter Stromabgeber angeordnet, von welchem für den Anruf mit Gleichstrom im Bedarfsfalle intermittierender Gleichstrom von 75 Volt Spannung abgenommen werden kann.

Um die Stromversorgung aus der allgemeinen Starkstromanlage sicher zu stellen, ist es geboten, für jeden Maschinensatz eine besondere Anschluss-

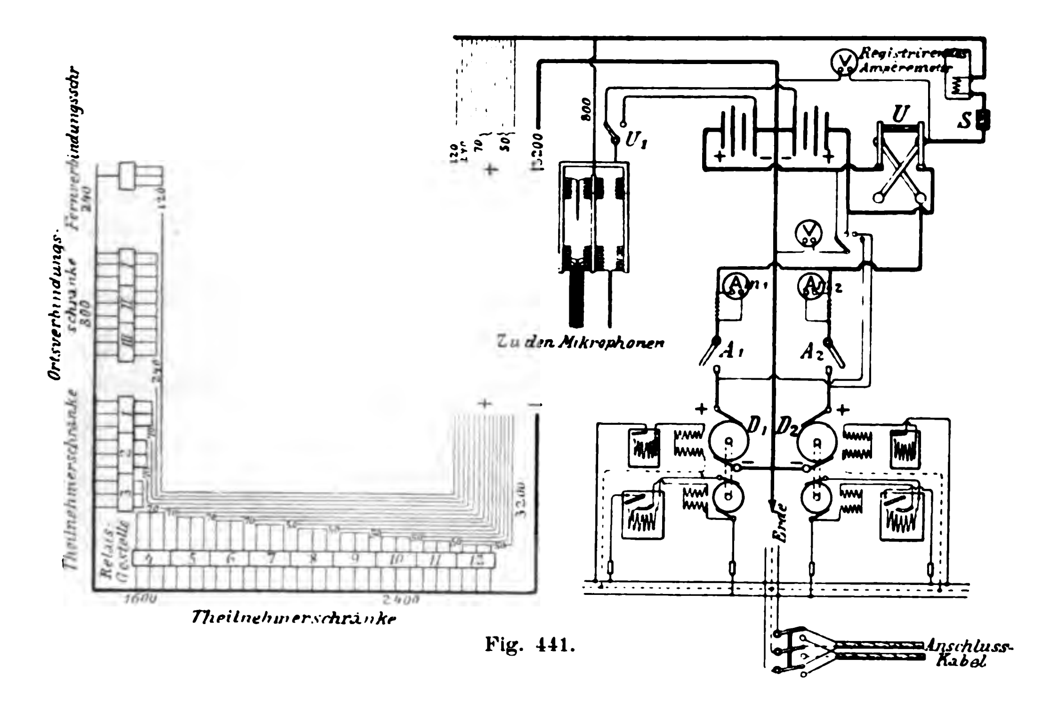


Fig. 441.

leitung an das Netz dieser Anlage herzustellen. Ferner empfiehlt sich ausserdem die Aufstellung eines Gas- oder Benzinmotors von genügender Stärke zum Antrieb der Dynamos für den Fall, dass die allgemeine Anlage versagen sollte.

Fig. 441 veranschaulicht die in München zur Anwendung gekommene Schaltung der Maschinen und Zusatzapparate. Die negativen Pole der Dynamomaschinen und der 4-Volt-Batterien sind unter sich und mit der gemeinsamen Rückleitung verbunden. Die Rückleitung ist an Erde gelegt, daher blank ausgeführt und auch nur nach der positiven Seite durch Schmelzsicherungen geschützt.

Die von den positiven Bürsten der Dynamomaschinen D_1 und D_2 abgehenden Leitungen passieren je einen automatischen Minimalausschalter A_1 und A_2 für 900 Amp., sowie ein Amperemeter Am_1 und Am_2, dann laufen sie vereinigt zu einem Umschalter U, durch welchen die positiven Pole der

4-Volt-Batterien abwechselnd auf Ladung bez. auf Entladung geschaltet werden. Die Einrichtung ist so getroffen, dass eine auf Ladung geschaltete Batterie unter keinen Umständen gleichzeitig auch Strom nach den Vielfachumschaltern abgeben kann.

Das in die vom Umschalter weiterführende positive Leitung hinter der Hauptsicherung S eingeschaltete selbstregistrierende Amperemeter von HARTMANN & BRAUN in Frankfurt (Main) hat einen Messbereich bis zu 250 Amp. Die Diagramme desselben geben ein genaues Bild des jeweiligen Stromverbrauchs; sie zeigen auch die durch Gewitterentladungen oder durch Starkstromanlagen verursachten Störungen an.

Hinter dem selbstregistrierenden Amperemeter zweigt zunächst eine 800 qmm starke Kupferleitung nach den positiven Schienen des Schaltrahmens für die Mikrophonzuführungen ab. Die negative Schiene des Schaltrahmens wird zur Vermeidung von Ladegeräuschen durch den Umschalter U_1 mit dem negativen Pole der gerade in Gebrauch stehenden Batterie verbunden. Jeder Mikrophonstromkreis ist doppelpolig gesichert.

Die weiterhin abgezweigten positiven Speiseleitungen für die Lampen, Relais u. s. w. sind als isolierte Drähte nach den Vielfachumschaltern geführt. Jeder Schrank hat seine eigene Speiseleitung, deren Kupferquerschnitt je nach der grösseren oder geringeren Entfernung des Umschalters von der Batterie 120—50 qmm beträgt.

Für jeden Arbeitsplatz sind neben dem Kontrolrelais bei Doppelschnüren 4, bei einfachen Schnüren 2 Sicherungen, die nach dem schwächsten vorkommenden Leitungsquerschnitte bemessen sind, eingeschaltet.

Die gemeinsame blanke Rückleitung zum negativen Pole ist am Fusse des Relaisgestells entlang geführt; sie besteht aus Flachkupferbarren von 3200—240 qmm Querschnitt.

Die Zuleitungen von der 24-Volt-Batterie zu den Sprechleitungslampen, sowie vom Rufmotor zu den Tasten etc. führen in isolierten Drähten gemeinschaftlich bis zu einer im Relaiszimmer aufgestellten Verteilerschiene und von dieser in einzelnen isolierten Drähten zu den Arbeitsplätzen. Jede Zuführungsleitung isi doppelpolig gesichert.

b) Stromlieferungsanlage der Wiener Centrale.

Fig. 442 giebt das Schaltungsschema der Stromlieferungsanlage für die Wiener Centrale mit Glühlampensystem.

Die Anlage ist für den Stromverbrauch von 12000 Teilnehmerleitungen berechnet, sie liefert Gleichstrom von 2 Volt für die Mikrophone, von 4 Volt zur Bethätigung der Relais und Lampen, von 45 Volt für die Sprechleitungslampen und für den Anruf auf den Stadtverbindungsleitungen und den Fernleitungen.

Der Strom für die Mikrophone und die 4-Volt-Lampen wird einer Akkumulatorenbatterie entnommen, während der Strom von 45 Volt unmittelbar von einer Dynamomaschine abgenommen wird.

Für den Anruf kommt Wechselstrom von 110 Volt zur Verwendung, der von Transformatoren geliefert wird, die in das städtische elektrische Beleuchtungsnetz eingeschaltet sind. Die Transformatoren verändern die Spannung von 110 Volt nicht; sie dienen nur zur Trennung des Lichtnetzes von den

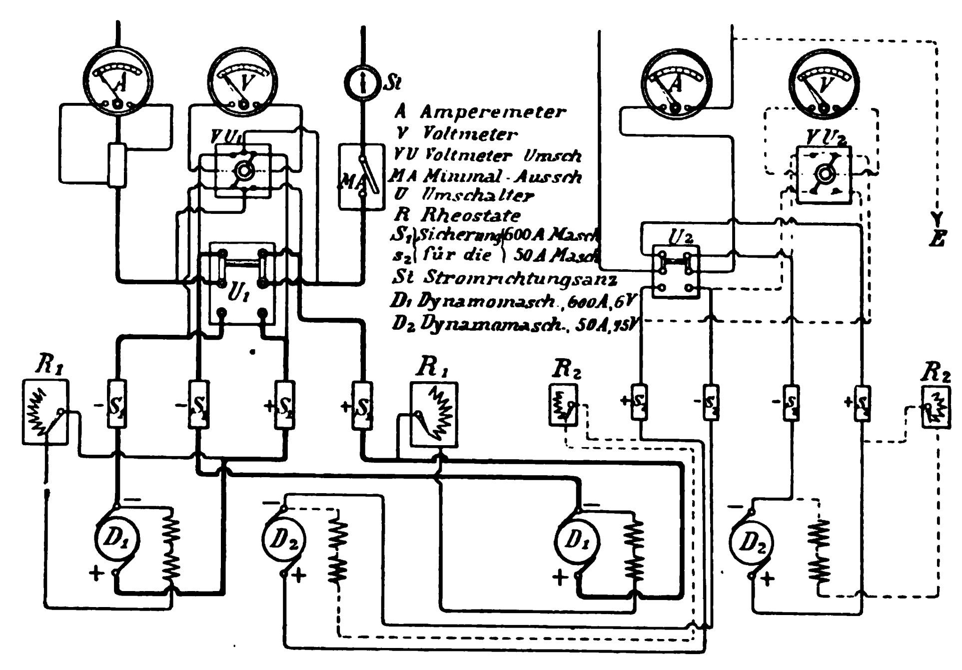


Fig. 442.

Vielfachumschalterstromkreisen. Zur Reserve ist eine Wechselstromdynamo mit Gasmotorantrieb vorhanden.

Zur Speisung der Mikrophonstromkreise sind von der Sammlerbatterie zu 4 Volt 3 Kupferdrahtseile von je 1250 qmm Querschnitt zu den Verteilerschienen der Mikrophonschalttafel geführt.

Die Betriebsspannung beträgt im Mikrophonstromkreise 2 Volt. Die von den Verteilerschienen abgehenden Mikrophonzuführungen sind doppelpolig gesichert.

Ferner führen von den Polen der Akkumulatorenbatterie 2 Kupferdrahtseile von je 4000 qmm Querschnitt zu einem auf einer Schalttafel im Relaiszimmer befestigten Hauptumschalter.

Von den Verteilerschienen des Hauptumschalters gehen die Stromzuführungen für die Lampen und Relais etc. in isolierten Drähten ab. In die einzelnen Stromkreise sind je nach Bedarf einpolige oder doppelpolige Sicherungen für 1 bis 10 Amp. eingeschaltet. Als Maximalstromstärke ist angenommen:

für Mikrophone 1 Amp.,
für Relais 0,2 Amp.,
für die Kontrollampen der Arbeitsplätze 0,5 Amp.,
für alle übrigen Lampen 0,3 Amp.

D. Der Fernsprechautomat.

Der Fernsprechautomat (Fig. 443, 444, 445) soll dem Publikum in erhöhtem Maasse Gelegenheit zu einer ausgiebigen Benutzung des Fernsprechers bieten. Die Aufstellung erfolgt in den Schalterräumen der Postanstalten,

sodann auf Bahnhöfen, in kaufmännischen und anderen dem Publikum zugänglichen Geschäften. Die Gehäuse der Automaten sind in Pultform hergestellt; eine kurze Gebrauchsanweisung mit Angabe der für die Benutzung festgesetzten Gebühren befindet sich unterhalb des Mikrophons. Neuerdings werden die Doppelkohlenblitzableiter nicht mehr in die Automaten eingebaut, sondern es werden den Automaten besondere Sicherungskästchen vorgeschaltet.

Dient zum Anschlusse des Automaten eine Doppelleitung, so ist bei der Vermittelungsanstalt die a-Leitung nach dem Durchlaufen der Abfrageklinke und des Elektromagnets der Rufklappe an den einen Pol der gemeinsamen Automatenbatterie zu legen, deren anderer Pol mit Erde zu verbinden ist. Die Rückleitung b ist hinter der Abfrageklinke zu isolieren. Das Fallen der Rufklappe wird dann ebenso bewirkt wie beim Einzelleitungsbetrieb.

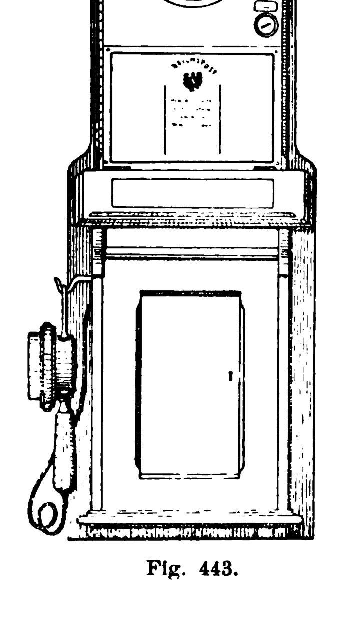
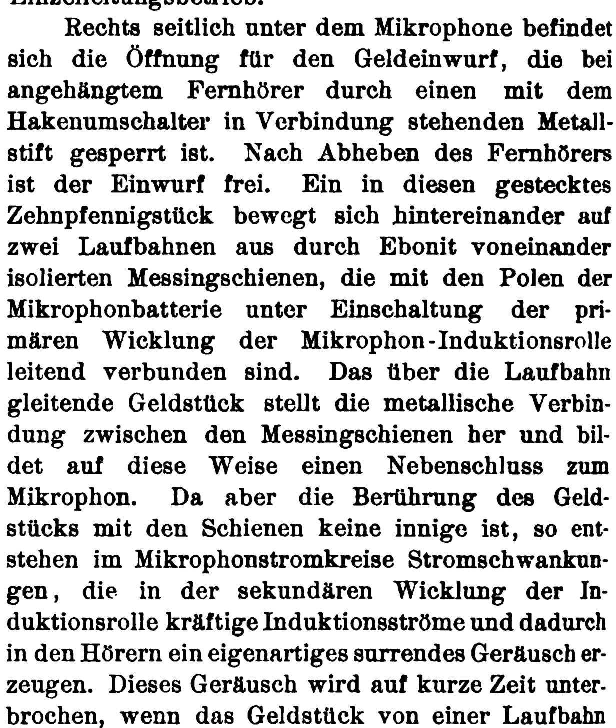


Fig. 443.



Rechts seitlich unter dem Mikrophone befindet sich die Öffnung für den Geldeinwurf, die bei angehängtem Fernhörer durch einen mit dem Hakenumschalter in Verbindung stehenden Metallstift gesperrt ist. Nach Abheben des Fernhörers ist der Einwurf frei. Ein in diesen gestecktes Zehnpfennigstück bewegt sich hintereinander auf zwei Laufbahnen aus durch Ebonit voneinander isolierten Messingschienen, die mit den Polen der Mikrophonbatterie unter Einschaltung der primären Wicklung der Mikrophon-Induktionsrolle leitend verbunden sind. Das über die Laufbahn gleitende Geldstück stellt die metallische Verbindung zwischen den Messingschienen her und bildet auf diese Weise einen Nebenschluss zum Mikrophon. Da aber die Berührung des Geldstücks mit den Schienen keine innige ist, so entstehen im Mikrophonstromkreise Stromschwankungen, die in der sekundären Wicklung der Induktionsrolle kräftige Induktionsströme und dadurch in den Hörern ein eigenartiges surrendes Geräusch erzeugen. Dieses Geräusch wird auf kurze Zeit unterbrochen, wenn das Geldstück von einer Laufbahn auf die andere übergeht. Nach dem Verlassen der Laufbahnen fällt das Geldstück zwischen den in einen Löffel auslaufenden Hebel h einer Kontaktvorrichtung C und das innere Ende des Hakenumschalterhebels H. Hierbei wird der Hebel h von dem Kontakte b nach dem Kontakte c umgelegt und dadurch das Element e_2 der Mikrophonbatterie als Kontrolelement in die Leitung eingeschaltet. Beim Wiederanhängen des Fernhörers wird das Zehnpfennigstück frei und fällt durch einen Schlitz in ein mittelst Bleisiegels verschlossenes, auswechselbares Blechkästchen. Der Hebel h legt sich gegen den Kontakt b, und die Schaltung ist wieder normal. Vor der Kontaktvorrichtung C ist eine Glasscheibe angebracht, durch welche das eingeworfene Geldstück sichtbar ist. Hierdurch lässt sich prüfen, ob die vorgeschriebenen Geldstücke zur Bezahlung benutzt worden sind. Gegenstände von geringerem Umfang als dem eines Zehnpfennigstücks gelangen nicht bis zu den Laufbahnen, sondern fallen aus dem Apparate heraus.

a) Fernsprechautomat ohne Wecker und Induktor (Fig. 444).

Der Anruf der Vermittelungsanstalt erfolgt selbstthätig durch Abnehmen des Fernhörers. Das Fallen der Rufklappe wird durch eine bei der Vermittelungsanstalt aufgestellte, für sämtliche Automaten gemeinsame Batterie bewirkt.

Bei Einzelleitungsbetrieb wird diese Batterie in die Erdleitung der Rufklappe eingeschaltet. Sie findet bei der Automatenstelle, solange der Apparat dort in Ruhe ist, keine Erde; sie wird mit dieser vielmehr erst verbunden, und somit die Anrufklappe des Amtes zum Fallen gebracht, wenn nach dem Abheben des Fernhörers der linke Arm des Hebels *H* am Hakenumschalter an der Feder *a* und der rechte Arm desselben Hebels gleichzeitig an der Erdkontaktfeder *f* schleift.

Hat der Haken des Hakenumschalters seine höchste Stellung erreicht, so ist die Berührung zwischen *H* und *f* wieder aufgehoben und es besteht nur noch ein Stromweg von der Leitung *La* zur Erde oder bei Doppelleitungsbetrieb (Fig. 444) eine Verbindung mit der Rückleitung *b*.

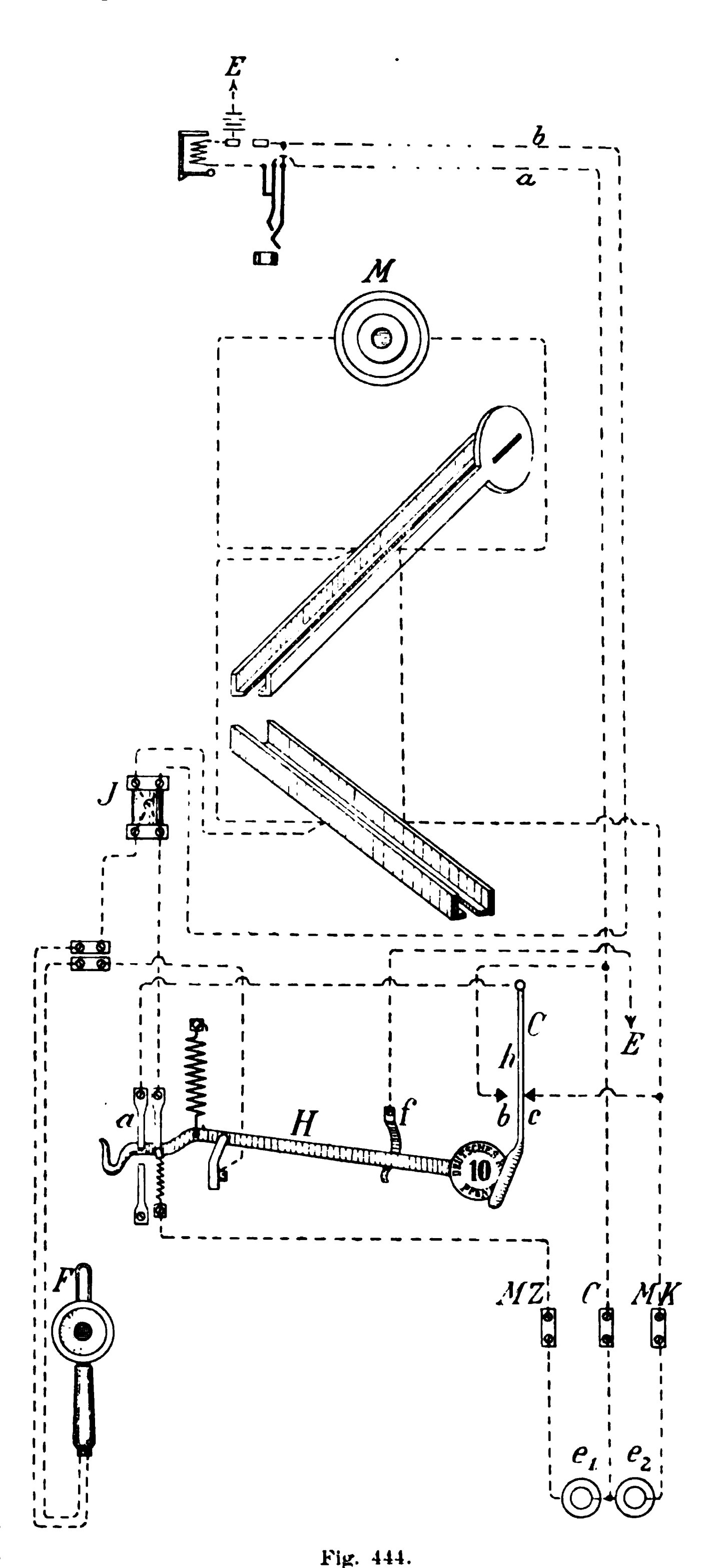


Fig. 444.

b) **Fernsprechautomat mit Wecker und Induktor** (Fig. 445).

Diese Automaten sind abgesehen von der Kassiervorrichtung ähnlich eingerichtet wie die Fernsprechgehäuse M. 1900 mit Induktor und polarisiertem Wecker (vgl. Seite 410): in ihrer äusseren Form stimmen sie jedoch mit den Automaten ohne Wecker und Induktor überein.

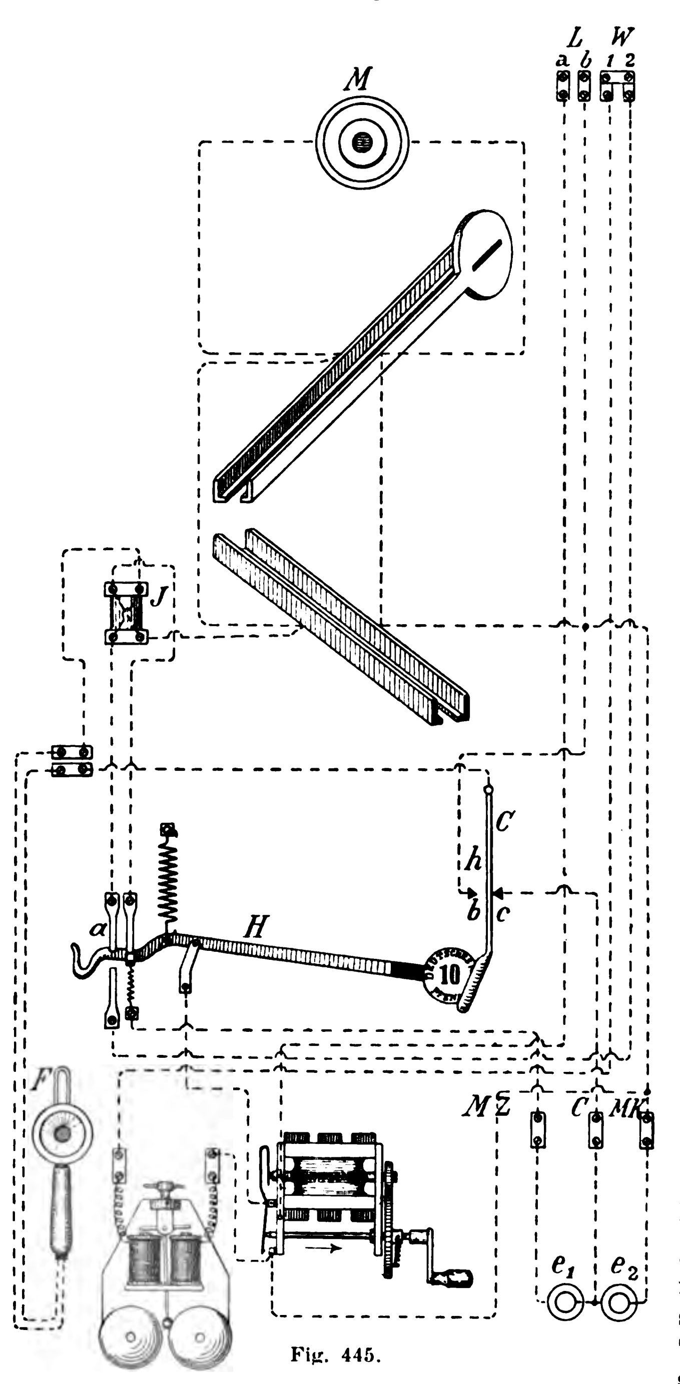


Fig. 445.

Der Anruf der Vermittelungsanstalt geschieht in gleicher Weise, wie bei einer gewöhnlichen Teilnehmerstelle mittelst des im Gehäuse befindlichen Induktors. Der Wecker tritt in Thätigkeit beim Anruf der Automatenstelle von der Vermittelungsanstalt oder von anderen Stellen aus. Bei der Vermittelungsanstalt entspricht die Schaltung dieser Automatenleitungen derjenigen einer gewöhnlichen Teilnehmerleitung.

Betriebsweise. Sobald die Rufklappe einer Automatenstelle fällt, schaltet sich der Beamte bei der Vermittelungsanstalt in gewöhnlicher Weise ein, meldet sich mit den Worten „Hier Amt" und nimmt die Gesprächsanmeldung entgegen. Sodann ruft er den gewünschten Teilnehmer, auch wenn dieser an eine andere Vermittelungsanstalt angeschlossen ist. Ist der Teilnehmer zum Gespräche bereit, so wird die am Automaten befindliche Person aufgefordert, für ein Ortsgespräch ein Zehnpfennigstück, für ein Vorortsgespräch zwei Zehnpfennigstücke in die Geld-

öffnung zu stecken. Nach Einwurf des ersten Zehnpfennigstücks ist der bewegliche Haken für den Hörer einen Augenblick nach unten zu drücken, damit das erste Geldstück kassiert wird, bevor das zweite in den Apparat gelangt. Das Hinabgleiten jedes Geldstücks auf den Laufbahnen macht sich, wie bereits bemerkt, im Fernhörer der Vermittelungsanstalt und des Automaten durch ein surrendes, in der Mitte unterbrochenes Geräusch bemerkbar. Sollte der Beamte das Geräusch überhören, so kann er sich davon, dass das Geldstück eingeworfen ist, dadurch Überzeugung verschaffen, dass er in bekannter Weise mittelst des Fernhörers feststellt, ob das Kontrolelement des Automaten eingeschaltet ist. Nach Entrichtung der Gebühr hat die Vermittelungsanstalt sich auszuschalten. Die Verbindung ist sodann wie eine solche zwischen zwei Teilnehmerstellen zu kontrolieren und nach Schluss des Gesprächs aufzuheben. Wenn ein neues Gespräch von derselben Person gewünscht wird, ist sie aufzufordern, für einen Augenblick den Haken zum Aufhängen des Hörers niederzudrücken und dann von neuem zu bezahlen. Beim Anhängen des Hörers wird das eingelegte Geldstück, wie oben angegeben, vereinnahmt.

E. Die Fernsprechnebenstellen.

I. Allgemeines.

Bisher durften Privatfernsprechstellen nicht mit den Fernsprechanschlüssen der Reichs-Telegraphenverwaltung in Verbindung gebracht werden. Durch die Neuordnung des deutschen Fernsprechgebührenwesens im Jahre 1900 ist diese Beschränkung aufgehoben worden.

Bedingungen für die Zulassung. — Die Teilnehmer an den Fernsprechnetzen können jetzt in ihren auf dem Grundstück ihres Hauptanschlusses befindlichen Wohn- oder Geschäftsräumen Nebenstellen errichten und mit dem Hauptanschlusse verbinden lassen. Werden für die Benutzung des Hauptanschlusses Bauschgebühren (also nicht Einzelgebühren für jedes Ortsgespräch) bezahlt, so können die Nebenstellen auch auf den Grundstücken anderer Personen für deren Benutzung errichtet werden, wenn die Nebenstellen nicht weiter als 15 km von der Hauptvermittelungsanstalt entfernt sind.

Mehr als 5 Nebenstellen dürfen mit demselben Hauptanschlusse nicht verbunden werden; für 10 Nebenstellen sind also 2 Hauptanschlüsse erforderlich. Die Einrichtung der Nebenstellen einschliesslich der Herstellung der Anschlussleitungen auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses sowie die Instandhaltung kann durch die Reichs-Telegraphenverwaltung oder durch Privatunternehmer erfolgen; im letzteren Falle müssen die Nebenanschlüsse den technischen Anforderungen der Reichs-Telegraphenverwaltung entsprechen. Die Herstellung und Instandhaltung der nicht auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses befindlichen Nebenanschlüsse ist der Reichs-Telegraphenverwaltung vorbehalten.

Die Inhaber der Nebenstellen sind zum Sprechverkehr mit der Hauptstelle, sowie mit andern an dieselbe Hauptstelle angeschlossenen Nebenstellen befugt, ebenso auch zum Sprechverkehr mit der Stadtfernsprech-Vermittelungsanstalt im gleichen Umfange wie der Inhaber des Hauptanschlusses. Letzterer

hat der Reichs-Telegraphenverwaltung auch für die Gebühren aufzukommen, welche für die Nebenstellen zu zahlen sind.

Genügt eine Nebenstelle nicht den technischen Anforderungen der Reichs-Telegraphenverwaltung oder entstehen durch ihre Benutzung Schwierigkeiten für den Fernsprechbetrieb, so wird die Weiterbenutzung untersagt.

Die von Privatunternehmern hergestellten Nebenanschlüsse müssen vor ihrer Inbetriebnahme dem Verkehrsamt angemeldet werden, welchem die Vermittelungsanstalt unterstellt ist. Diese ist befugt, jederzeit zn prüfen, ob die Nebenanschlüsse den technischen Anforderungen genügen. Die Unterlassung der Anmeldung von Fernsprechnebenstellen zieht u. U. die Aufhebung des Hauptanschlusses nach sich.

Bei den nicht von der Reichs-Telegraphenverwaltung errichteten und von dieser nicht instandzuhaltenden Fernsprech-Nebenanschlüssen können die daselbst aufgestellten Apparate zum Sprechverkehr mit den auf demselben Grundstücke etwa noch vorhandenen Sprechstellen einer Privattelegraphenanlage mitbenutzt werden; jedoch müssen in diesem Falle die gesamten technischen Einrichtungen so gestaltet werden, dass Gesprächsverbindungen zwischen den Privatapparaten und der Vermittelungsanstalt nicht hergestellt werden können.

Verbindung der Nebenstellen mit dem Reichsfernsprechnetze. — Am einfachsten und sichersten gestaltet sich der Betrieb für den Hauptanschluss und seine Nebenstellen, wenn die erforderlichen Verbindungen in dem Raume ausgeführt werden, in welchem der Hauptanschluss eingerichtet ist. Hauptanschluss und Nebenanschlüsse sind hier auf einen Klappenschrank zu legen, an welchem die Verbindungen durch den Portier oder einen sonstigen Angestellten des Hauses ausgeführt werden.

Die Reichs-Telegraphenverwaltung verwendet für solche Zwecke in erster Linie die Pyramiden-Klappenschränke der Firma Mix & Genest für 5 und 10 Doppelleitungen.

Ist ausser dem Hauptanschlusse nur eine Nebenstelle vorhanden, so kann an Stelle des Klappenschrankes eine einfachere Umschaltevorrichtung (Kurbelumschalter) treten.

Ist zur Bedienung des Klappenschrankes eine Person nicht verfügbar oder deren Mithören unerwünscht, so können die Nebenanschlüsse auch durch automatische Umschalter mit der Hauptleitung verbunden werden. Es würde zu weit führen, sämtliche zu diesem Zwecke konstruierte automatische Umschalter zu beschreiben; wir begnügen uns, den automatischen Umschalter System West darzustellen, erwähnen aber, dass die Umschalter von Blut, sowie von Stock & Cie. ebenfalls recht brauchbar sind.

Für diejenigen Hausfernsprechnetze, welche ausser den Nebenstellen noch Privatsprechstellen haben, für welche keine Gebühren an die Reichs-Telegraphenverwaltung gezahlt werden, hat sich die sogenannte Janusschaltung der Firma Mix & Genest als zweckmässig erwiesen. Sie ermöglicht Gesprächsverbindungen zwischen den Nebenstellen und dem Vermittelungsamte, sowie zwischen den Nebenstellen und den Privatapparaten, verhindert aber Gesprächsverbindungen zwischen den Privatapparaten und der Vermittelungsanstalt.

2. Die Klappenschränke (Pyramidenschränke) für 5 und 10 Doppelleitungen M. 1900.

System Mix & Genest (Fig. 446 u. 447).

Sie unterscheiden sich von den gleichartigen bei den Post- und Telegraphenanstalten aufgestellten Klappenschränken M. 99 im wesentlichen dadurch, dass für jede an dem Schranke mögliche Verbindung zweier Leitungen eine besondere entsprechend bezeichnete Verbindungsklinke dient.

Für jede Anschlussleitung ist in dem Klappenschranke zu 5 Leitungen eine Anrufklappe K^1 bis K^5 von 600 Ohm Rollenwiderstand vorhanden, die zugleich als Schlusszeichenklappe dient. Unterhalb der Klappen befinden sich fünf für Aushülfszwecke bestimmte zweiteilige Klinken.

In dem Felde unterhalb der Aushülfsklinken sind 15 fünfteilige Klinken in Pyramidenform angeordnet, von denen die untersten, mit den Nummern 1 bis 5 bezeichneten als Abfrageklinken, die übrigen aber als Verbindungsklinken dienen.

Über jeder Verbindungsklinke ist angegeben, welche Leitungen durch die Stöpselung der Klinke verbunden werden. In Fig. 447 ist angenommen, dass die Teilnehmerstellen Th_1 und Th_2 mittelst Einzelleitungen, die übrigen mittelst Doppelleitungen angeschlossen sind.

In den Abfrage- und Verbindungsklinken dürfen bei ruhendem Verkehre keine Stöpsel stecken.



Fig. 446.

Zur Aufnahme der nicht zu Verbindungen benutzten Stöpsel dienen die unterhalb der Abfrageklinken angebrachten Buchsen. Zum Schranke gehören fünf aus zwei voneinander isolierten Metallstücken bestehende Stöpsel *I* bis *V*. Sind alle Klinken leer, so sind die Anschlussleitungen mit den zugehörigen Klappen verbunden, wie dies aus der Schaltungsskizze Fig. 447 für die Leitungen 2 und 4 zu ersehen ist.

Der an die Klemmen A^a und A^b angeschlossene Abfrageapparat ist ein gewöhnliches Fernsprechgehäuse mit Induktor; er steht mit den Federn f^3, f^4 sämtlicher Abfrageklinken in Verbindung. Das Abfragen geschieht durch Einstecken eines Stöpsels in die Abfrageklinke z. B. No. 1; durch die Stöpselung wird die Klappe K^1 ausgeschaltet, indem die Klinkenfeder f^1 von ihrem Auflager abgehoben wird.

Verlangt z. B. der Teilnehmer Th^5 mit Teilnehmer Th^8 zu sprechen, so ist der erstere zum Rufen aufzufordern und der Stöpsel aus der Abfrageklinke 5 herauszunehmen und in die mit 3—5 bezeichnete Verbindungsklinke einzusetzen. Während der Verbindung ist nur die Klappe der niedrigeren Anschlussnummer als Schlusszeichenklappe in Brücke zwischen die beiden Leitungszweige geschaltet.

Die Gesprächskontrole findet in der Weise statt, dass ein Stöpsel kurze Zeit in die Abfrageklinke der bei der Verbindung beteiligten Anschlussleitung gesteckt wird, welche die niedrigste Klappennummer hat.

Unterhalb der Aushülfsklinken sind rechts und links noch die Klinken W^1 und W^2 angeordnet. Von den rechtsseitigen Federn dieser Klinken ist

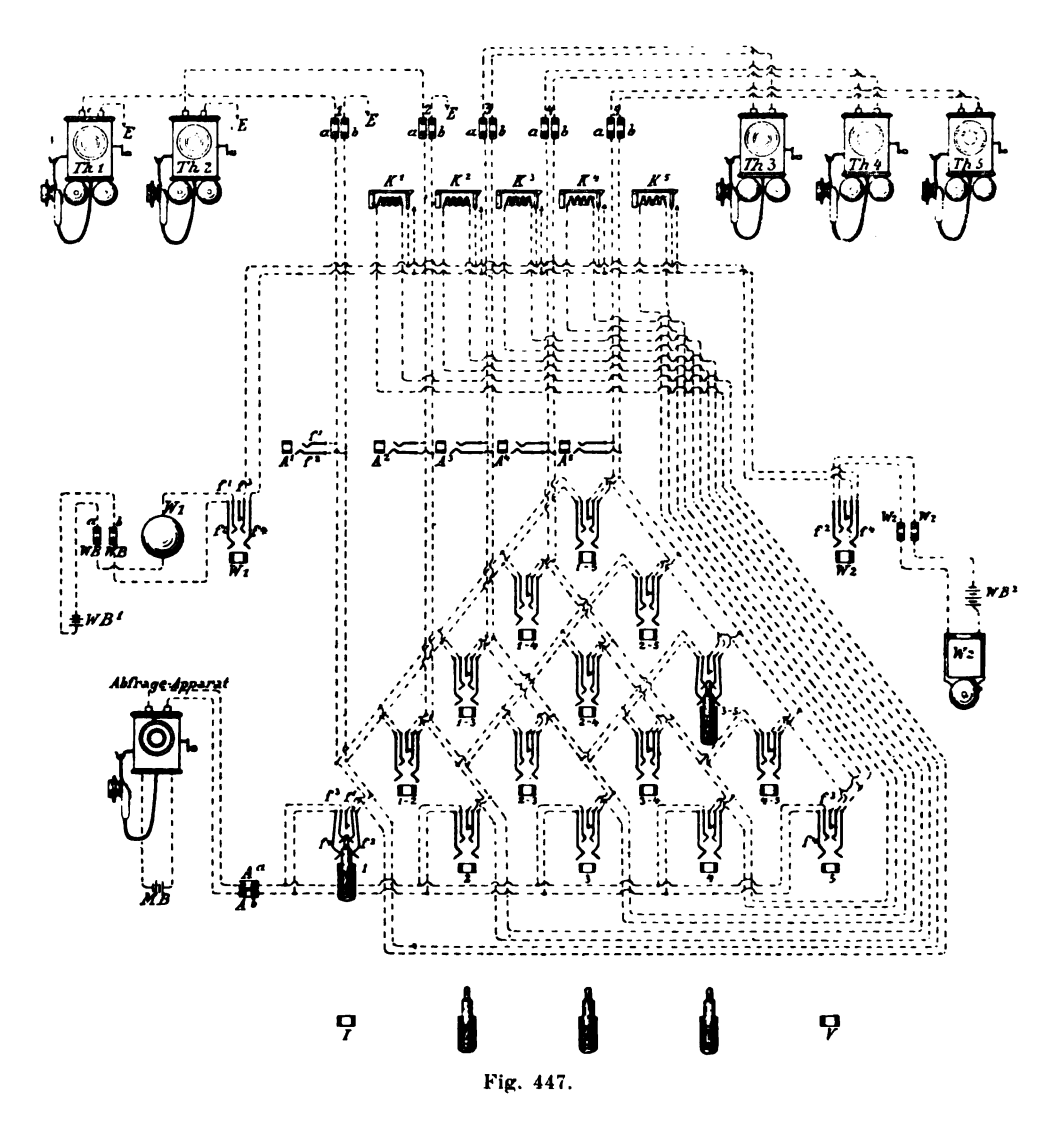


Fig. 447.

die eine f^3 mit sämtlichen Klappenkörpern, die andere f^4 mit sämtlichen Klappenkontakten verbunden.

Zwischen den linksseitigen Federn f^1 uud f^2 der Klinke W^1 ist der auf dem Deckel des Klappenschrankes angebrachte Wecker W^1 mit 4 bis 5 Ohm Rollenwiderstand eingeschaltet. Wird in die Klinke W^1 der für gewöhnlich in einer der beiden neben den Weckerklinken befindlichen Buchsen steckende Stöpsel mit rotem Griffe eingesteckt, so setzt die Weckbatterie den Wecker W^1 jedesmal in Thätigkeit, sobald eine Klappe infolge eines Anrufs oder Schlusszeichens abfällt. Durch Einsetzen des Stöpsels mit rotem Handgriff in die

Klinke W^2 kann ein besonderer, in einem anderen Raume befindlicher Wecker W^2 eingeschaltet werden.

Der Klappenschrank für 10 Doppelleitungen unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen nur durch die grösseren Abmessungen und die grössere Anzahl der Klappen und Klinken.

Wenn mehrere solcher Klappenschränke in einer Betriebsstelle verwendet werden, so sind zur Herstellung der Verbindungen von einem Schranke zum andern zweiaderige Leitungsschnüre mit je zwei Doppelstöpseln in Benutzung zu nehmen. Der eine Stöpsel ist dann in die Abfrageklinke der rufenden Leitung und der zweite in die Aushülfsklinke der verlangten Leitung einzusetzen.

Von den Aushülfsklinken wird auch zur Einschaltung eines zweiten Abfragegehäuses Gebrauch gemacht; sie geschieht durch einen zweiteiligen Stöpsel, welcher durch eine zweiaderige Leitungsschnur an die Leitungsklemme des Gehäuses angeschlossen ist.

3. Automatischer Nebenstellenumschalter

(System J. H. West).

Mit Hülfe dieses Umschalters können bis zu 5 Nebenstellen an eine Hauptanschlussleitung angeschlossen werden. Die Einschaltung der Nebenstelle erfolgt durch blosses Abheben des Fernhörers vom Haken, indem hierdurch die Sprechstelle direkt mit dem Vermittelungsamte verbunden und gleichzeitig die übrigen Sprechstellen gesperrt werden. In den gesperrten Stellen zeigt eine Signalscheibe an, dass auf der Hauptleitung gesprochen wird.

Vom Vermittelungsamt aus erfolgt das Einschalten der gewünschten Nebenstelle und die gleichzeitige Sperrung der übrigen Stellen durch mehrmaliges Drücken auf eine Taste, z. B. ist für die Nebenstelle 3 die Taste dreimal zu drücken.

Die fünf an eine Hauptleitung angeschlossenen Nebenstellen können auch miteinander in Verkehr treten. Die Gespräche können von den gesperrten Stellen weder mitgehört noch gestört werden.

Das System kann auch in der Weise zur Anwendung kommen, dass man mit dessen Hülfe von einer Sprechstelle aus das Amt bei gleichzeitiger Sperrung der anderen Stellen automatisch anrufen, dass aber vom Amte aus der Anruf einer Sprechstelle nur durch Vermittelung einer Person erfolgen kann. Der Teil des Systems für den automatischen Anruf vom Amte aus kommt dann in Wegfall.

Das System besteht im wesentlichen aus einer automatischen Verriegelung und einem automatischen Schalter.

Automat. Verriegelung.

Die automatische Verriegelung (Fig. 448 u. 449) wird gebildet aus einem Elektromagnet nebst Sperrsignal.

Der Elektromagnet hält bei angezogenem Anker den Hakenumschalter des Fernsprechgehäuses in seiner Stellung fest. Es kann sich also der Hakenumschalter beim Abnehmen des Fernhörers nicht nach oben bewegen, sodass auf diese Weise die Zuleitung zur Sprechleitung ausgeschaltet bleibt.

Ausser den Sprechleitungen sind noch besondere Verriegelungsleitungen erforderlich. Die Kraftquelle für die Verriegelung ist eine kleine Batterie,

die jedesmal geschlossen wird, sobald an einer Nebenstelle ein Fernhörer vom Haken gehoben oder wenn vom Amte aus ein Stromstoss auf der Hauptanschlussleitung nach dem Automaten geschickt wird.

Am Ankerhebel des Verriegelungs-Elektromagnets ist eine kleine schwarzweisse Signalscheibe befestigt, deren weisse Hälfte hinter einem in die vordere

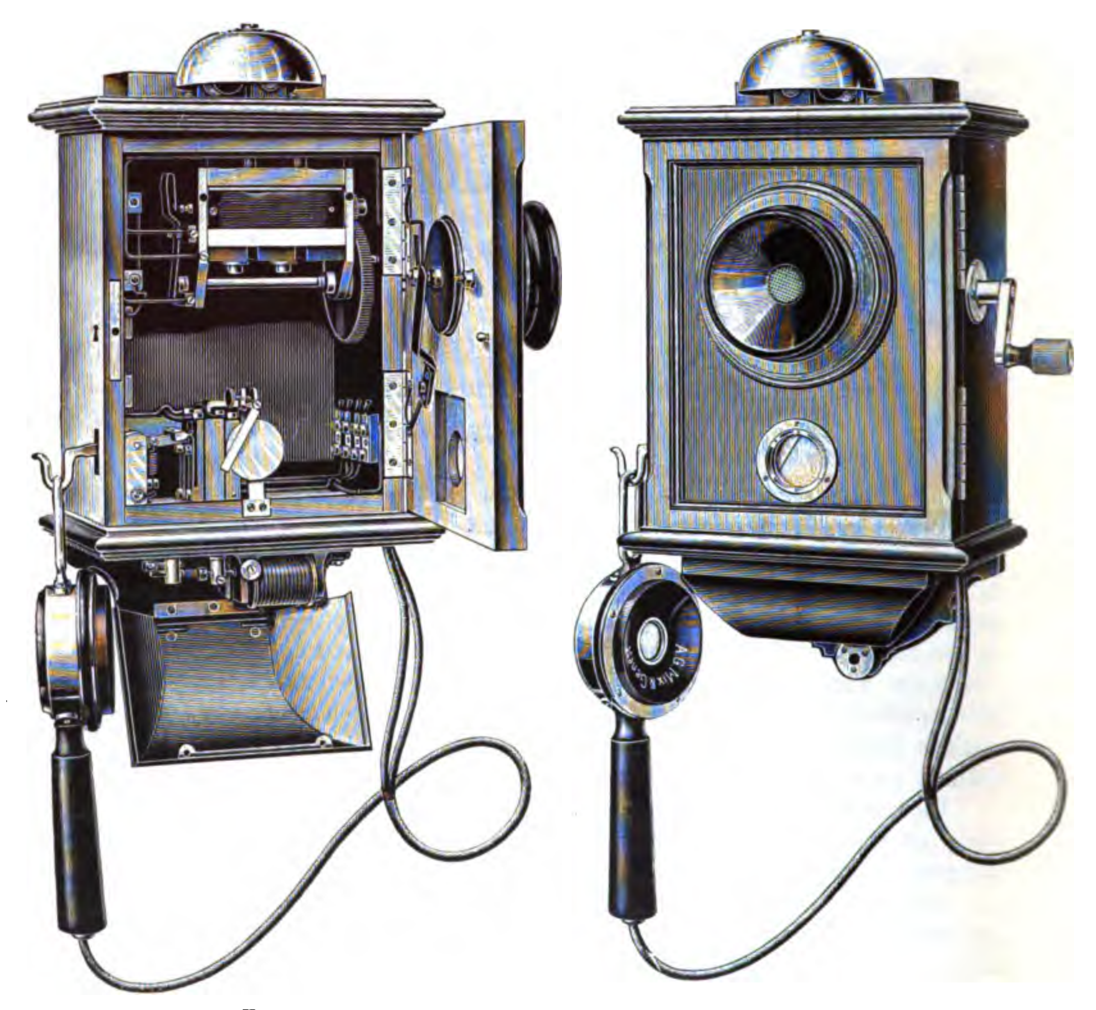


Fig. 448. Fig. 449.

Apparatwand eingelassenen Fensterchen sichtbar ist, solange die Leitung benutzt wird. Wenn die Leitung nicht benutzt wird, so sieht man die schwarze Scheibenhälfte.

Automat. Schalter.

Der automatische Schalter (Fig. 450). Er tritt in Thätigkeit, sobald das Amt eine der fünf an die Hauptleitung angeschlossenen Nebenstellen anruft.

Der automatische Schalter ist ein elektromagnetisches Stellwerk, das durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird, der seine Triebkraft einem Akkumulator entnimmt. Sobald das Stellwerk vom Amte aus durch einzelne Stromstösse ausgelöst und eingestellt ist, vollzieht es alle für die

Herstellung der Verbindungen notwendigen Bewegungen in richtiger Aufeinanderfolge selbstthätig und stellt sich dann in der Weise still, dass es beim Schlusse der Bewegung wieder seine Anfangsstellung inne hat, um in richtiger Bereitschaft für den nächsten Anruf zu sein. Soll z. B. die im Fernsprechteilnehmerverzeichnis mit 80 *IV* bezeichnete Fernsprechnebenstelle angerufen werden, so wird auf dem Vermittelungsamte die Klinke des Hauptanschlusses 80 gestöpselt und es werden vier kurze Stromstösse nach dem Automaten geschickt. Hierdurch wird die vierte Nebenleitung auf die Hauptleitung geschaltet, und sämtliche Nebenstellen werden gleichzeitig verriegelt. Die vierte Nebenstelle wird jedoch sofort wieder entriegelt und kann nun angerufen werden; sie muss den Anruf durch Abnehmen des Hörers vom Hakenumschalter innerhalb $1^1/_2$—2 Minuten beantworten, weil nach Ablauf dieser Zeit der Automat die hergestellte Verbindung wieder aufhebt. Ist

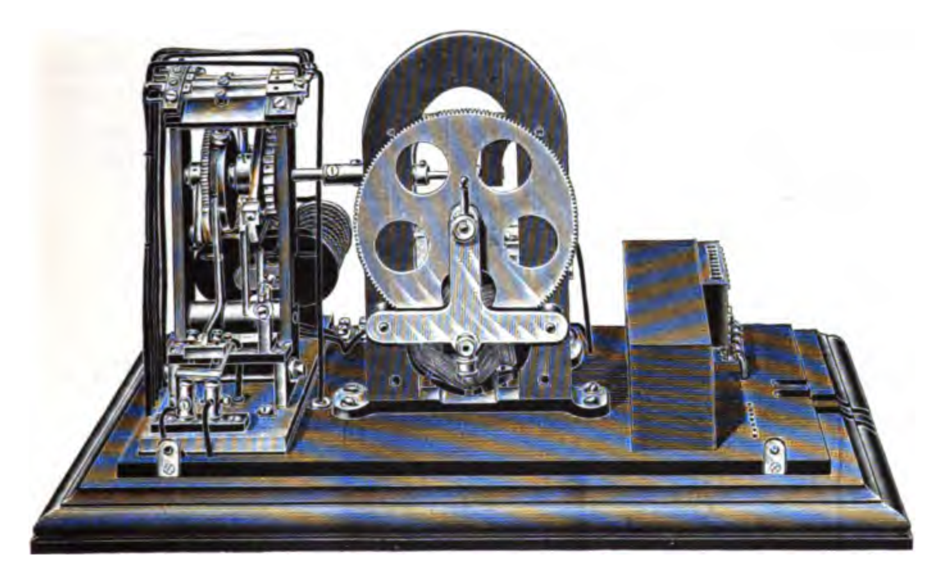


Fig. 450.

der Hörer aber vom Haken abgenommen worden, so bleibt die Verbindung mit dem Amte, sowie die Verriegelung der übrigen Nebenstellen während der ganzen Dauer des Gesprächs bestehen.

Fig. 451 zeigt die einzelnen Teile des automatischen Relaisumschalters schematisch nebeneinander ausgebreitet und das Schaltungsschema für die angeschlossenen Fernsprechstellen.

Die vom Vermittelungsamt ausgehenden Weckströme erregen den Elektromagnet E, wodurch der Rechen R_1, mit welchem der Hammer H drehbar verbunden ist, schrittweise ausgelöst wird. Der Rechen dreht sich mit dem Hammer H, dessen Spitze gegen die Scheibe S_2 anliegt, im Sinne des Uhrzeigers. Nach dem ersten Stromstosse steht der Hammer der Feder F_1, nach dem zweiten der nächsten Feder u. s. w. gegenüber. Der Hammer dreht bei seiner Bewegung die Scheibe S_2, sowie die mit ihr starr verbundene Scheibe S_1 und das Zahnrad Z mit.

Die Bewegung von S_1 hat zur Folge, dass der zweiarmige Hebel H_1, dessen oberes Ende in einem Einschnitte von S_1 liegt, nach links gedreht

wird, wodurch die beiden Federn f_1 und f_2 gegen ihre zugehörigen Kontakte gedrückt werden; f_2 schliesst den Verriegelungsstromkreis der Batterie *B*, sodass also sämtliche Stellen sofort verriegelt werden.

Die Feder f_1 schliesst den Stromkreis des Motors *M*, der durch ein Schneckengetriebe das Zahnrad *r* und damit dessen Achse *a* langsam dreht, sodass sie in etwa 2 Minuten eine Umdrehung macht. Dabei greift die

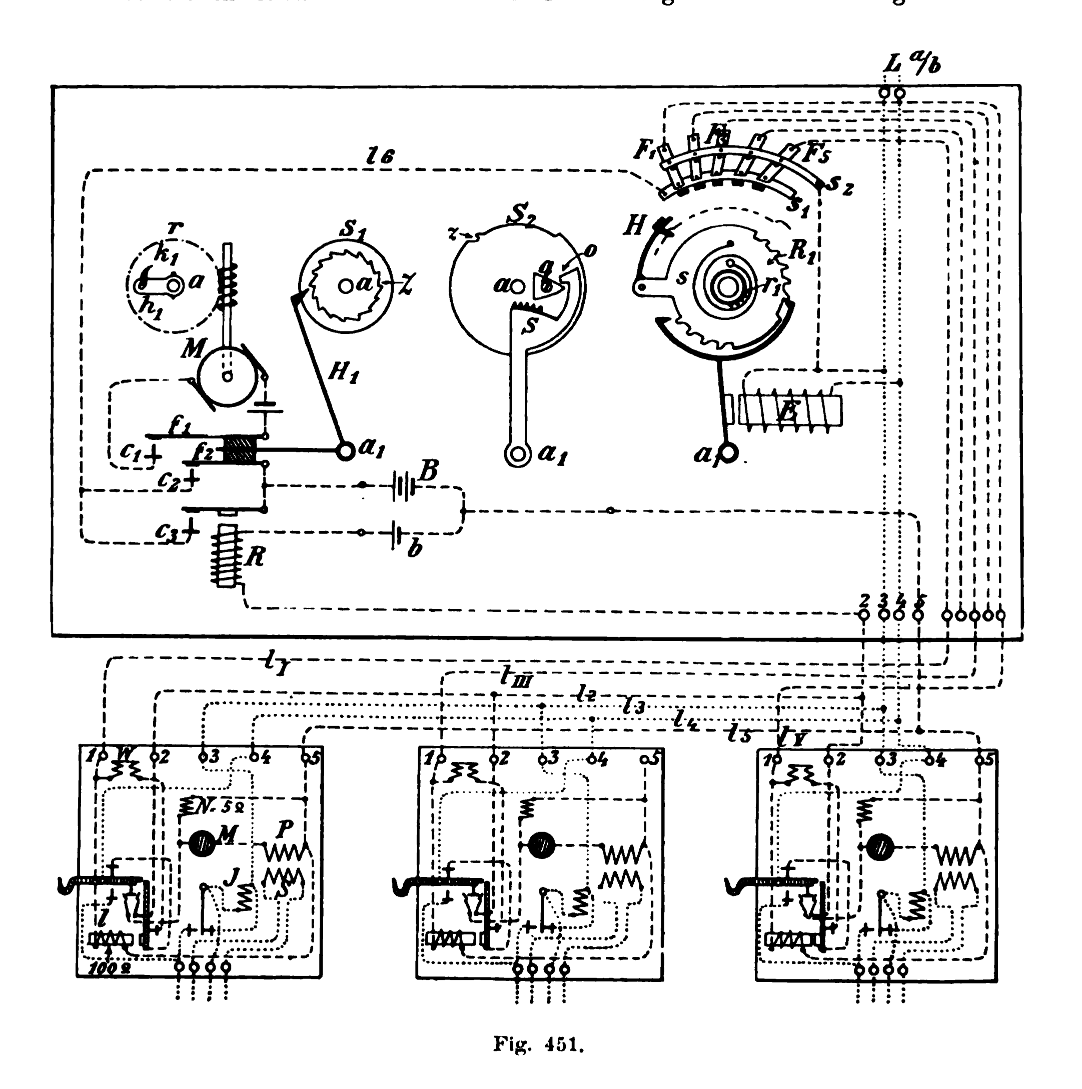


Fig. 451.

Klinke k_1 in die Zähne des Zahnrads *Z* ein, sodass dieses, sowie S_1 und S_2 der Drehung der Achse *a* folgen müssen.

Sobald Rechen und Hammer feststehen, bewirkt die Drehung von S_2, dass der Hammerkopf nach aussen gepresst wird; hierbei drückt er gegen das Ebonitstück der gegenüberstehenden Feder, z. B. F_3, hebt diese von der unteren Kontaktschiene s_1 ab und drückt sie gegen die obere Kontaktschiene s_2. Hierdurch wird erstens der Verriegelungsstromkreis der Sprechstelle *III* unterbrochen, sodass diese Sprechstelle entriegelt wird, und zweitens wird der Wecker dieser Sprechstelle über s_2, F_3, Klemme 1 der Sprechstelle *III*.

Ankerhebel des Verriegelungs-Elektromagnets und Klemme 4 mit den beiden Sprechleitungsdrähten $L\ a/b$ verbunden.

Es kann jetzt die Sprechstelle in der üblichen Weise angerufen werden und zwar solange, bis die Scheibe S_2 etwa $^3/_4$ Umdrehung ausgeführt hat, dann fällt der Hammer H in den grossen Einschnitt der Scheibe S_2, wodurch die Feder F_3 wieder in die Ruhelage zurückkehrt und die Sprechstelle *III* wieder verriegelt wird, wenn nicht inzwischen der Teilnehmer den Hörer vom Haken genommen und dadurch die übrigen Sprechstellen verriegelt hat.

Ist dies nicht der Fall, so greifen die Zähne des Segmentes S, welches bei der Einstellung des Rechens aus der dargestellten Lage etwas nach links gedreht worden ist, in die Zähne von r_1; ferner kommt das auf S_2 sitzende Stück q bei der Drehung von S_2 in die Bahn der Nase o des Segments S und dreht dadurch dieses Segment nach rechts.

Hierdurch wird infolge des Eingriffs von S und r_1 der Rechen R_1 in die dargestellte Ruhelage zurückgedreht, wobei der Hammer wieder in den Einschnitt z hineinfällt. Gleichzeitig legt sich auch der Hebel H_1 in den Einschnitt der Scheibe S_1, wodurch der Verriegelungs-Stromkreis und auch der Stromkreis des Motors unterbrochen werden. Der Apparat steht still und sämtliche Sprechstellen werden entriegelt.

4. Die Janusschaltung.

Sie ermöglicht, dass die Umschaltung der als Nebenanschlüsse benutzten Hausfernsprecher auf das Reichs-Fernsprechnetz mit Hülfe der in die Apparate fest eingebauten Umschalter derart bewirkt werden kann, dass bei der Umschaltung auf das Reichs-Fernsprechnetz gleichzeitig eine vollständige Abschaltung der Nebenstellen von dem Privatnetz erfolgt. Es kann also eine missbräuchliche Benutzung der Hauptanschlüsse durch die Privatstellen nicht





Fig. 452.

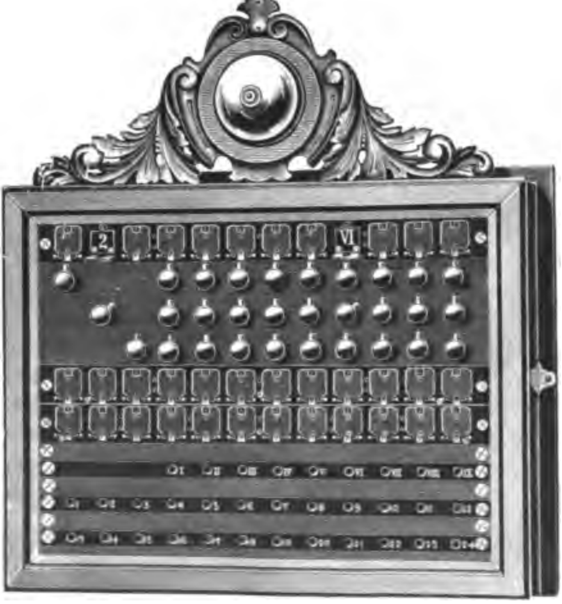


Fig. 453.

stattfinden. Zu diesem Zwecke sind auch sämtliche Kontakte und die mit ihnen in Verbindung stehenden Metallteile, sowie die Zuführungsklemmen, soweit dies angängig ist, innerhalb der Janusklappenschränke angebracht, sodass unerlaubte Verbindungen ohne bauliche Veränderungen der Schaltapparate nicht vorgenommen werden können.

Die Janusklappenschränke werden von der Firma Mix & Genest für 1—12 Hauptanschlussleitungen mit bis zu 60 Nebenstellen und einer beliebigen Anzahl Privatstellen hergestellt. Bei Klappenschränken bis zu 3 Hauptan-

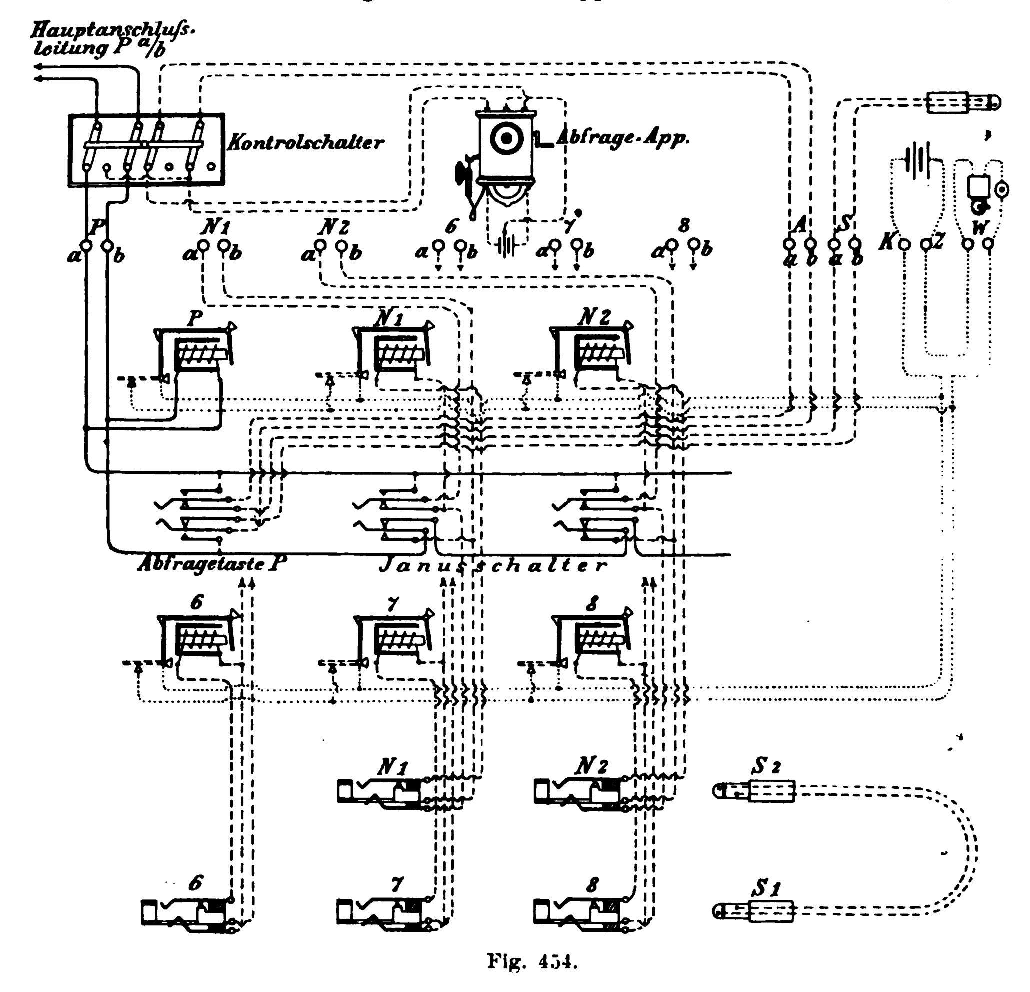


Fig. 454.

schlüssen werden für die Umschaltung der Nebenstellen auf die Hauptanschlussleitung und die gleichzeitige Abschaltung der Nebenstelle von dem Privatnetze Knopfumschalter, bei mehr als 3 Hauptleitungen dagegen Kurbelumschalter verwendet.

Die Schränke sind so eingerichtet, dass jede Nebenstelle auf jede Hauptanschlussleitung geschaltet werden kann.

Fig. 452 giebt die Abbildung eines Janusklappenschrankes für eine Hauptanschlussleitung, 5 Nebenstellen und 6 Privatstellen und Fig. 454 das Stromlaufschema für diesen Schrank. Fig. 453 stellt einen Janusklappenschrank für 3 Hauptanschlüsse, 9 Nebenstellen und 24 Privatstellen dar.

Bei Anruf vom Vermittelungsamte aus fällt die Klappe *P* der Hauptanschlussleitung. Die Einschaltung des Abfrageapparats *A* erfolgt durch Niederdrücken des Knopfes der Abfragetaste.

Betriebsweise: Wird von einer Stelle aus angerufen, so fällt die zugehörige Klappe N_{1-5} oder 6—11. Die Verbindung des Abfrageapparats *A* erfolgt durch Einstecken des Abfragestöpsels *S* in die Klinke der rufenden Leitung.

Die Verbindung zweier Stellen des Privatnetzes geschieht in der gewöhnlichen Weise durch eine Schnur mit zwei Verbindungsstöpseln S_1 und S_2, welche in die betreffenden Klinken gesteckt werden.

Die Verbindung mit der Hauptanschlussleitung nach dem Vermittelungsamte des Reichs-Fernsprechnetzes erfolgt lediglich durch Niederdrücken des Janusschalters der betreffenden Nebenstelle. Bei Verwendung von Knopfumschaltern hat jede Nebenstelle soviel Knopfumschalter als Hauptanschlussleitungen vorhanden sind, also bis zu 3 Stück.

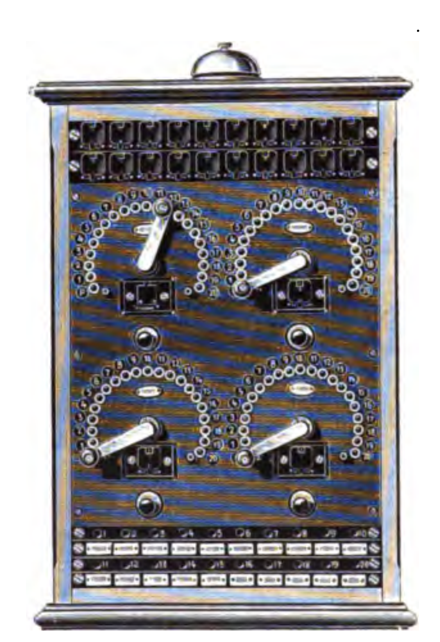


Fig. 455.

Kommen Kurbelumschalter zur Verwendung, so erhält jeder Hauptanschluss am Klappenschrank einen Kurbelumschalter mit so viel Kontaktpunkten, als Nebenanschlüsse vorhanden sind. Unterhalb des Kurbelumschalters wird bei diesen Klappenschränken noch eine besondere Abfragetaste angebracht.

Wird in einer Hauptanschlussleitung vom Vermittelungsamt angerufen, so erscheint das in jedem Kurbelfelde befindliche Klappensignal unter gleichzeitigem Ertönen des Weckers. Der die Centrale bedienende Beamte drückt die in der Ruhestellung befindliche Kurbel nieder und schaltet hierdurch den Abfrageapparat ein. Die Einschaltung der gewünschten Nebenstelle unter gleichzeitiger Abschaltung vom Privatnetz erfolgt dann durch Umdrehen und Niederdrücken der Kurbel auf den betreffenden Kontakt.

Die Beendigung des Gesprächs wird bei Abgabe des Schlusszeichens durch das Fallen der betreffenden Hauptanschlussleitungsklappe angezeigt.

Durch Niederdrücken der unter der Kurbel befindlichen Abfragetaste ist die Einschaltung des Abfrageapparats zur Gesprächskontrole ohne Verstellung der Umschalterkurbel möglich.

Fig. 455 stellt einen Janusklappenschrank mit Kurbelumschaltern für 4 Hauptanschlussleitungen und 20 Nebenstellen dar. Diese Schränke empfehlen sich hauptsächlich für solche Anlagen, in welchen sämtliche Privatfernsprecher einschliesslich der Nebenstellenfernsprecher durch einen besonderen Linienwähler verbunden sind. Es wird dann der Nebenstellenapparat erst mit Hülfe eines Janusknopfschalters von der Linienwähleranlage abgeschaltet und dann durch den betreffenden Umschalter im Janusklappenschranke mit der Hauptanschlussleitung verbunden.

F. Der Telephonograph.

Der von dem dänischen Ingenieur Valdemar Poulsen erfundene Telephonograph ist ein Phonograph, bei welchem das Aufschreiben der Sprechwellen nicht mechanisch auf eine Wachswalze, sondern magnetisch auf eine Stahldrahtspirale oder ein Stahlband mittelst eines kleinen Elektromagnets erfolgt. Es ist eine überraschende Erscheinung, dass die durch die Sprechströme in den Elektromagnetkernen eines Fernsprechers hervorgerufenen geringen magnetischen Änderungen schon kräftig genug sind, entsprechende magnetische Änderungen wieder in einem an den Polen dicht vorbeigeführten dünnen Stahlbande zu erzeugen. Die Änderungen in dem remanenten Magnetismus des Stahlbandes sind sogar dauernd und so scharf begrenzt, dass die gleichen Töne, welche die Änderungen verursachten, wiedergegeben werden, wenn man das Stahlband in derselben Richtung an den Polen eines kleinen Elektromagnets vorbeibewegt und die in den Elektromagnetwindungen erzeugten Induktionsströme zu einem Fernhörer leitet.

Nach dem Vorausgeschickten ist die Wirkungsweise des Telephonographen als Phonograph ohne weiteres zu verstehen: die durch die menschliche Sprache mittelst eines Fernsprechers oder Mikrophons erzeugten Sprechströme werden durch die Wicklungen eines kleinen Elektromagnets geschickt, an dessen Polen sich gleichzeitig ein Stahldraht oder Stahlband vorbeibewegt. Die aufeinander folgenden Stellen des Stahlbandes werden entsprechend den Änderungen des Sprechstroms und den damit verbundenen Schwankungen des Magnetismus in den Kernen des Elektromagnets stärker oder schwächer magnetisiert. Durch diesen Vorgang wird das Gespräch auf das Stahlband gleichsam magnetisch aufgezeichnet und zwar werden die magnetischen Impulse senkrecht zur Längsrichtung des Drahtes oder Bandes fixiert. Die Aufzeichnung ist so dauerhaft, dass sie selbst bei starken Erschütterungen sowie bei Temperaturveränderungen, welche die Wachswalzen der gewöhnlichen Phonographen schon verderben, noch vorhält.

Soll das magnetisch aufgezeichnete Gespräch wieder in Sprachlaute umgesetzt werden, so ist es nur nötig, das Stahlband wieder in der gleichen Richtung wie früher vor den Polen desselben oder eines gleichartigen Elektromagnets vorbeizuführen, dessen Wicklung mit einem Fernhörer verbunden ist. In dem Fernhörer werden dann die auf dem Stahlbande magnetisch aufgezeichneten Sprechwellen als Töne so oft wiedergegeben, als das Stahlband vor den Magnetpolen vorbeigeführt wird. Die Versuche haben noch keine Grenze für die Wiederholungszahl und die Dauer der magnetischen Aufzeichnung ergeben.

Soll die Lautaufzeichnung von dem Stahlband entfernt, die magnetische Schrift also weggelöscht werden, so braucht man nur das Stahlband wieder vor dem kleinen Elektromagnet vorbeizuziehen, der aber für diesen Zweck durch einen konstanten Batteriestrom dauernd gleichmässig stark magnetisiert sein muss.

Das Beschreiben, Abhören und Auslöschen kann durch einen und denselben Elektromagnet, den Schreibmagnet, erfolgen. Dasselbe Stahlband kann unbegrenzt oft beschrieben und abgelöscht werden.

Da der Telephonograph die menschliche Stimme ungleich deutlicher und mit reinerer Klangfarbe wiedergiebt als die besten Phonographen der bisherigen

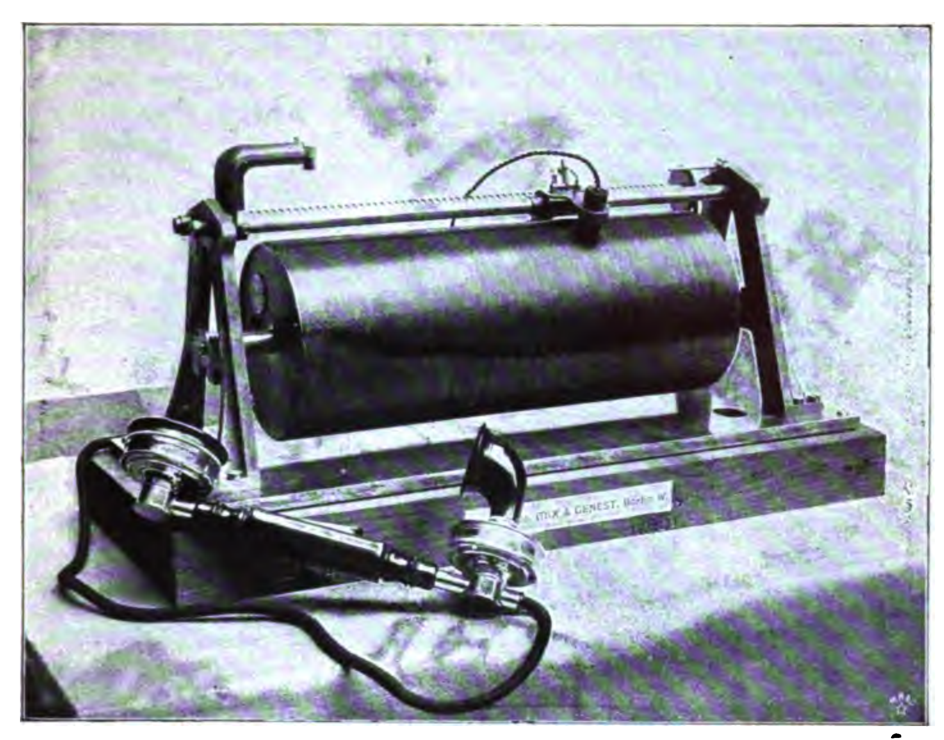


Fig. 456.

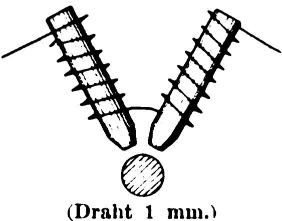
Konstruktionen, so kann bereits jetzt vorausgesehen werden, dass der Magneto-Telephonograph der Phonograph der Zukunft werden wird. Insbesondere werden sich die phonographischen Archive zur Sammlung der menschlichen Sprachenidiome und zur Aufbewahrung von Aussprüchen berühmter Menschen in erster Linie des neuen Phonographen mit Nutzen bedienen können.

Die Firma Mix & Genest, welche sich zuerst mit der technischen Weiterbildung der Poulsenschen Erfindung befasst hat, baute bis jetzt zwei Typen des Telephonographen: den Drahttelephonographen und den Bandtelephonographen. Neuerdings haben Siemens & Halske A.-G. die Vervollkommnung des Telephonographen in die Hand genommen.

Drahttelephonograph.

Der Drahttelephonograph (Fig. 456). Der Gesprächsträger besteht aus einem 0,6—1 mm starken Stahldrahte, der in engen Schraubenwindungen auf eine Messingtrommel gewickelt ist, die durch einen kleinen Elektromotor in Umdrehung versetzt wird. Ein zweiteiliger Elektromagnet, der mit seinen Polen den Draht halb umfasst, wie in Fig. 457 schematisch dargestellt ist, wird unter dem Einflusse des Drahtschraubenganges an einer Führungsstange parallel zur Walzenachse verschoben.

Am Ende des Walzendrahts angekommen, kehrt er mittelst einer einfachen mechanischen Vorrichtung zum Anfang der Trommel zurück. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel ist so bemessen, dass in der Sekunde etwa 2 m Draht verbraucht werden. Die Drahttelephonographen werden durchgängig nur für die Aufzeichnung von Gesprächen bis zu 2 Minuten Zeitdauer gebaut.



(Draht 1 mm.)

Fig. 457.

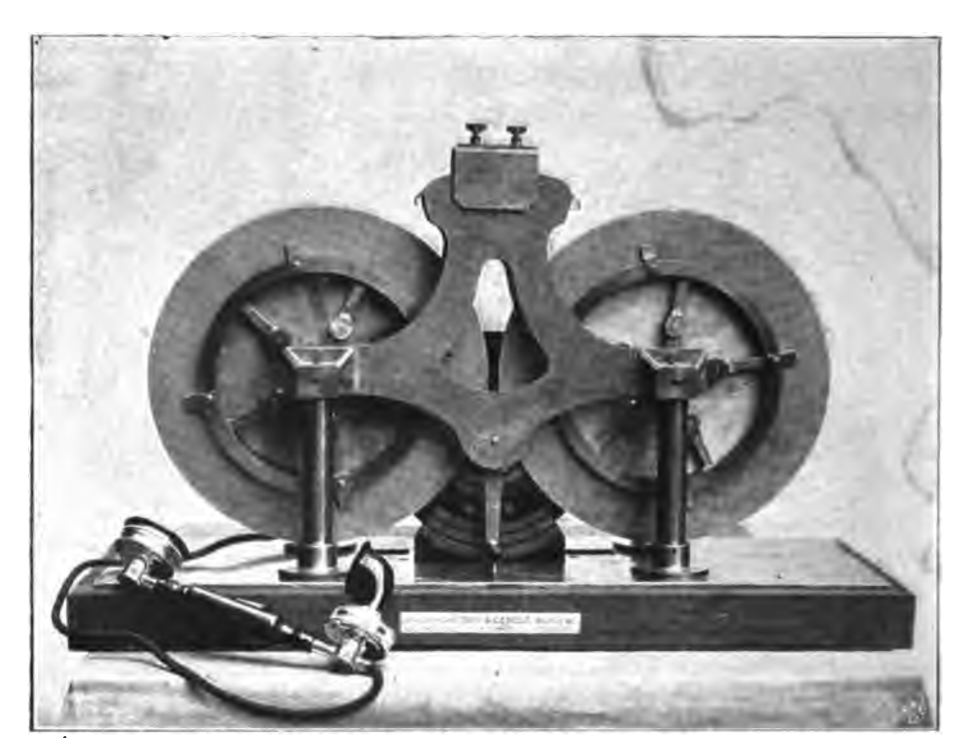


Fig. 458.

Bandtele-phonograph.

Der Bandtelephonograph (Fig. 458). Er dient zur Aufzeichnung von Gesprächen längerer Dauer.

Der Gesprächsträger besteht bei ihm aus einem Stahlbande von 3 mm Breite und 0,05 mm Dicke. Da das dünne Stahlband in engen Wicklungen aufgerollt werden kann und dann eine grosse Menge davon nur geringen Raum einnimmt, so können Bandtelephonographen für beliebig lange Gespräche konstruiert werden. Apparate für Gespräche von einer Stunde Dauer sind noch bequem verwendbar. Das Stahlband ist auf zwei grossen, flachen Rollen aufgewickelt, die durch ein Friktionswendegetriebe nach beiden Richtungen schnell gedreht werden können.

Durch die von einem Elektromotor bewirkte Drehung wird das Stahlband von der einen Rolle ab- und auf die andere aufgewickelt. Der Motor treibt jedesmal nur die Rolle, auf welche aufgewickelt werden soll.

Damit das Stahlband stets straff gespannt bleibt, verhindert eine kleine Bremsbürste ein zu schnelles Laufen der anderen Rolle.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Stahlband an dem durch einen Bock getragenen Elektromagnet vorbeibewegt, beträgt etwa 2 m in der Sekunde.

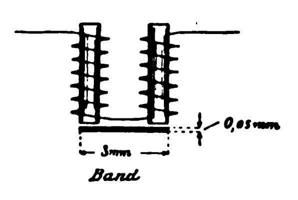


Fig. 459.

Die Konstruktion und gegenseitige Anordnung des Elektromagnets und des Stahlbandes veranschaulicht Fig. 459. Das Stahlband wird ebenso wie der Stahldraht quer zu seiner Längsrichtung magnetisiert.

Einen Einblick in die noch nicht vollkommen klargelegten physikalischen Verhältnisse, welche für die Konstruktion eines guten Telephonographen in

Betracht zu ziehen sind, gewährt die Abhandlung von Dr. RELLSTAB in Heft 3 der „E. T. Z.“ von 1901. Das wissenschaftliche Prinzip der POULSENschen Erfindung fasst RELLSTAB dahin zusammen, dass der zeitliche Verlauf von Wechselströmen durch den Telephonographen in solcher Weise registriert wird, dass zu beliebiger späterer Zeit Wechselströme korrespondierender Art von dem Apparat zurückerhalten werden können.

Neben der Verwendung als magnetischer Phonograph stehen für den Telephonographen noch folgende Verwertungsweisen in Aussicht:

Fernsprecherphonograph.

1. als Fernsprecherphonograph. — Der Telephonograph wird mit dem Stromkreis eines Stadtfernsprechanschlusses durch einen Umschalter so verbunden, dass er bei entsprechender Stellung des Umschalters auf den Weckruf von ausserhalb sofort automatisch in den Stromkreis eingeschaltet wird und in die Anschlussleitung z. B. folgende Worte überträgt:

a) „hier Telephonograph Schmidt. Herr Ingenieur Schmidt ist nicht zu Hause, bitte um 6 Uhr abends nochmals anrufen“; oder

b) „hier Telephonograph Schneider & Kompagnie. Es ist Geschäftsschluss; das Telephon wird Ihre Bestellung aufnehmen“.

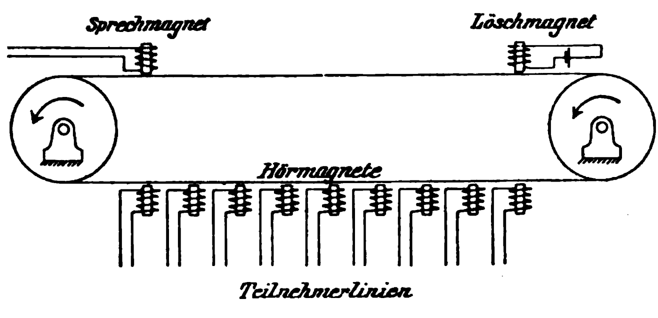


Fig. 460.

In beiden Fällen schaltet sich dann der Fernsprecherphonograph nach einer bestimmten Zeit selbstthätig wieder aus. Ist hierauf in der Sprechstelle wieder jemand anwesend, so braucht nur das Laufwerk des Telephonographen in Thätigkeit gesetzt und das etwa aufgezeichnete Gespräch durch den Fernhörer abgehört zu werden.

Telephonzeitung.

2. als Telephonzeitung. Für diesen Zweck wird das Stahlband des Phonographen als Band ohne Ende über zwei Rollen geführt (Fig. 460). Eine andere Ausführungsform ist die einer stehenden Scheibe mit ringförmigem Stahlbelag zu beiden Seiten. Längs des Bandes oder an der Peripherie der Kreisscheibe sind so viele kleine Elektromagnete (Hörmagnete) angeordnet, die als Teilnehmerleitungen angeschlossen werden sollen. Die Nachricht, welche mit Hülfe eines Elektromagnets (Sprechmagnets) auf das Band oder die Scheibe aufgesprochen wird, gelangt bei deren Drehung in die Hörmagnete.

Nach Abgabe der Nachricht an den Hörmagnet der letzten Teilnehmerleitung wird die Magnetschrift durch einen andern Elektromagnet (Löschmagnet) ausgelöscht, sodass wieder eine neue Nachricht aufgesprochen werden kann.

Telephonographisches Relais.

3. als telephonographisches Relais. — Wenn bei der Anordnung für die Telephonzeitung die Hörmagnete an Stelle der Fernsprechleitungen auf rasch laufende, geschlossene Stahlbänder — z. B. 20 Stück —

wirken und von diesen Bändern die Gespräche durch kleine zu einem Stromkreise hintereinander geschaltete Elektromagnete abgenommen werden, so ergiebt sich die Thatsache, dass das auf diese Weise erzeugte Gespräch ebenso deutlich wie das Ursprungsgespräch ist, aber dabei eine bedeutend stärkere Lautwirkung hat. Es ist begründete Aussicht vorhanden, dass hierdurch Gespräche, die in einer langen Leitung auf dem Empfangsamte mit einigermaassen deutlicher Lautwirkung ankommen, noch weiter in andere Leitungen von erheblicher Länge gut übertragen werden können. Wenn sich die gehegten Hoffnungen erfüllen, so wäre damit die Grenze hinweggeräumt, die Widerstand, Nebenschlüsse und Ladung der Leitung der elektrischen Übertragung des gesprochenen Wortes auf grosse Entfernungen noch entgegenstellen.

Um die Ausbildung des telephonographischen Relais hat sich besonders der dänische Ingenieur HAGEMANN verdient gemacht.

Doppelsprech-Telephonograph.

4. zum Doppelsprechen. Dem dänischen Ingenieur PEDERSEN ist es gelungen, auf ein und denselben Telephonographen zwei Gespräche gleichzeitig, d. h. übereinander aufzuzeichnen und dann wieder vollständig fehlerfrei in Einzelgespräche zu zerlegen. Es besteht hiernach also die Möglichkeit, zwei Gespräche gleichzeitig über eine Fernsprechleitung zu schicken. Hierzu werden zwei Elektromagnete dicht hintereinander in den Stromkreis eingeschaltet. Nach Aufzeichnung des ersten Gesprächs wird einer der Elektromagnete umgekehrt geschaltet; danach kann das Stahlband auch das zweite Gespräch aufnehmen. Soll hierauf der Telephonograph das erste Gespräch wiedergeben, so werden die beiden Elektromagnete wie zuerst hintereinander, für die Wiedergabe des zweiten Gesprächs aber gegeneinander geschaltet.

G. Die Telephonzeitung.

Unter dem Namen „Telefon Hirmondó“ (Telephonzeitung) hat der Ungar Puskás in Budapest eine Einrichtung ins Leben gerufen, welche bezweckt, Tagesneuigkeiten, musikalische Aufführungen u. s. w. auf telephonischem Wege gleichzeitig an eine Anzahl von Abonnenten zu übermitteln.

An eine gemeinsame Centrale sind gegen 8000 teils in Budapest, teils in der Umgebung wohnende Abonnenten angeschlossen, denen täglich von 9 Uhr 30 Minuten vormittags bis Mitternacht die neuesten, in die Zeitungen noch nicht aufgenommenen Nachrichten über Börse, Politik, Kunst, Sport, Mode und sonstige bemerkenswerte Ereignisse mitgeteilt werden. Daneben werden den Teilnehmern Opern- und Schauspielvorstellungen sowie Konzerte zu Gehör gebracht. Als Geber dient in der Centrale ein Mikrophon, in welches die Mitteilungen von einer Person gesprochen werden. Theatervorstellungen oder Konzertaufführungen werden vermittelt, indem an die Centrale ein System von Mikrophonen angeschaltet wird, die auf der Bühne oder in der Nähe des Orchesters aufgestellt sind.

Da die ganze Einrichtung nur zum Mithören, nicht aber auch zu Gesprächen mit der Centrale oder der Teilnehmer untereinander dient, sind die Teilnehmerstellen lediglich mit zwei Fernhörern (Bell-Telephonen) versehen, die dauernd eingeschaltet sind, sodass ein Abonnent, wenn er sich über Tagesneuigkeiten unterrichten will, nur die Hörer ans Ohr zu nehmen braucht.

Damit der Teilnehmer weiss, wann er die ihn interessierenden Nachrichten empfangen kann, ist ein den ganzen Tag umfassendes, in Zeiträumen von $^1/_4$ bis $^3/_4$ Stunden wechselndes Programm aufgestellt. Sensationelle Nachrichten, der Beginn von Vorstellungen und der einzelnen Akte werden durch ein durch mehrere Zimmer hörbares Wecksignal angezeigt.

Als Geber bei der Vermittelungsanstalt (Fig. 461) dient ein Kohlenpulver-Mikrophon, als Stromquelle eine Batterie von zwei hintereinander geschalteten Tudor-Sammlerzellen (0,12 Ampere Stromstärke). Die Mikrophon-Induktionsrolle hat in der primären Spule einen Widerstand von 1 Ohm, in der sekundären einen solchen von 250 Ohm. In den Mikrophonstromkreis können mittelst Kurbelumschalters abwechselnd verschiedene Mikrophone eingeschaltet werden. Von der sekundären Wicklung der Mikrophon-Induktionsrolle sind 42 Abzweigungen mittelst gewöhnlicher Stöpselschnüre hergestellt, durch welche

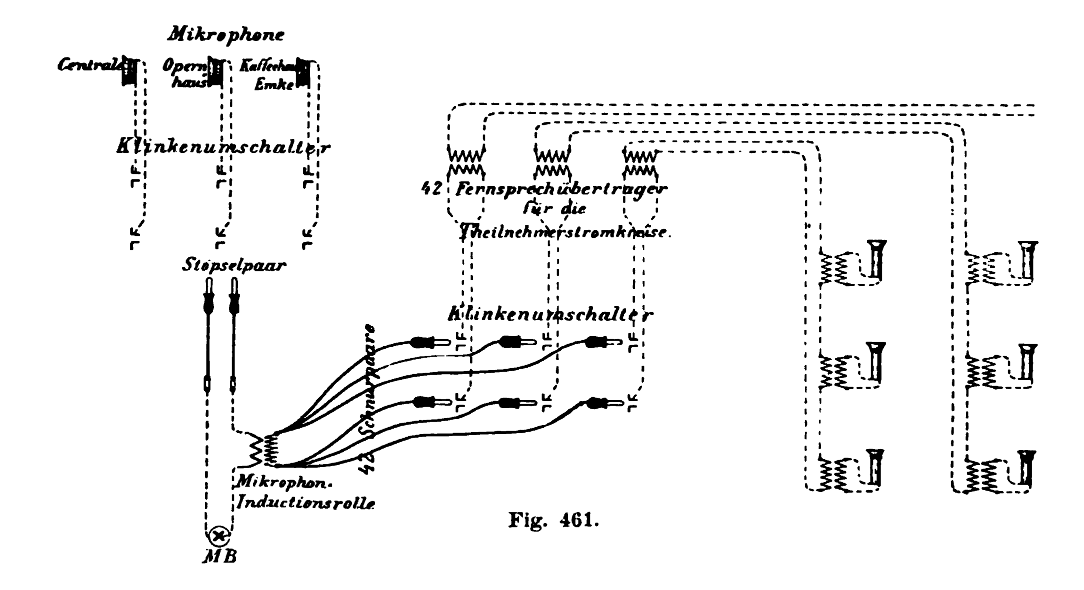


Fig. 461.

42 Übertrager angeschlossen werden können. Mit diesen Übertragern sind 42 Stromkreise verbunden, in welche die Übertragungsrollen für die Teilnehmerstellen hintereinander geschaltet werden. Alle Stromkreise sind aus Bronzedraht als Schleife hergestellt. Die Hin- und Rückleitung jedes Stromkreises sind über die Dächer an demselben Gestänge bis zu einem Abzweigungspunkte zusammengeführt; von diesem Punkte aus geht die Hinleitung längs der Häuserfronten, durchläuft die Induktionsrollen einer gewissen Anzahl von Teilnehmerstellen und kehrt dann zu dem Abzweigungspunkte zurück.

H. Telephonie ohne Drahtleitung.

Photophon.

Die Übertragung von Tönen und Gesprächen durch den Luftraum auf dem Wege der Funkentelegraphie, mit Benutzung Hertzscher Wellen, ist noch nicht gelungen. Dagegen hat Bell schon im Jahre 1880 die Möglichkeit des Sprechens in die Ferne mit Hülfe von Lichtstrahlen gezeigt. Der dazu benutzte Apparat, Photophon genannt, enthält als Geber eine

spiegelnde Membran, welche die parallel auf sie fallenden Strahlen einer Bogenlampe nach dem Bestimmungsorte reflektiert. Dort werden sie von einem Hohlspiegel aufgefangen und in dessen Brennpunkte vereinigt, wo sich eine Selenzelle befindet; letztere ist mit einer Batterie und einem Fernhörer zu einem Stromkreise geschaltet. Spricht man in das auf der Rückseite der Membran sitzende Sprachrohr, so gerät die Membran in Schwingungen und die reflektierten Lichtstrahlen vollführen entsprechende Schwingungen um ihre Ruhelage. Dadurch wird aber die Stärke der Belichtung der Selenzelle und damit deren elektrischer Widerstand periodisch geändert, sodass im Telephonkreise Stromwellen entstehen, welche mit den auf den Geber wirkenden Schallwellen in Bezug auf Schwingungszahl und jeweilige Amplitude übereinstimmen. Das in den Geber Hineingesprochene kann also im Empfangstelephon gehört werden.

Sprechender Flammenbogen.

Neuerdings ist an Stelle des BELLschen Photophongebers die Verwendung des „sprechenden Flammenbogens“ vorgeschlagen worden. Nach einer 1897 von SIMON in Erlangen gemachten Entdeckung kann nämlich der

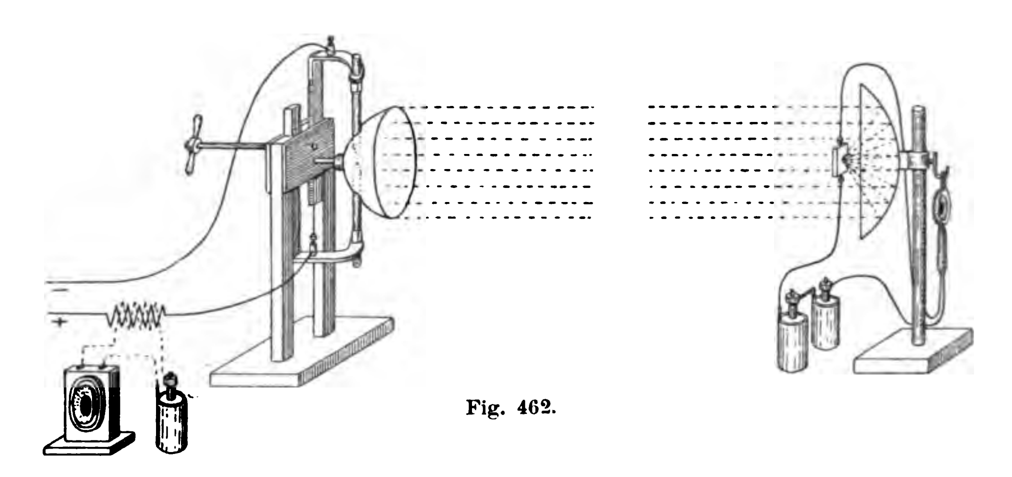


Fig. 462.

elektrische Lichtbogen als telephonischer Gebe- und Empfangsapparat benutzt werden. Schaltet man, wie Fig. 462 zeigt, in den einen Zuführungsdraht einer mit Gleichstrom gespeisten Bogenlampe die sekundäre Wicklung eines Transformators ein und verbindet die primäre Wicklung mit einem Kohlenkorn-Mikrophon nebst Element, so giebt der Lichtbogen die vor dem Mikrophon erzeugten Töne oder die hineingesprochenen Worte laut und deutlich wieder. Von Wichtigkeit ist die richtige Dimensionierung des Transformators; das Maximum der Lautstärke wird nach RUHMER (Elektrotechn. Zeitschr. 1901, Heft 9) dann erreicht, wenn sich die Windungszahlen beider Wicklungen wie die Quadratwurzeln aus den Widerständen der zugehörigen Stromkreise verhalten. Man kann auch das Mikrophon nebst einem passenden Widerstande der Bogenlampe einfach parallel schalten, wobei ein Zweig des Starkstroms durch das Mikrophon geht; durch Einfügung von Drosselspulen in die Zuführungsdrähte der Lampe lässt es sich erzielen, dass die vom Mikrophon erzeugten Stromschwankungen sich fast ungeteilt durch den Lichtbogen hindurch ausgleichen und die Lautwirkung erheblich stärker wird. Es ist ferner angängig, das Mikrophon einer im Zuführungsdrahte der Lampe liegenden, passend abgeglichenen Drosselspule parallel zu schalten, oder auch

den sekundären Draht der Mikrophon-Induktionsspule in Reihe mit einem Kondensator neben die Lampe zu schalten und an den primären Draht in bekannter Weise das Mikrophon zu legen.

Das Sprechen oder Tönen des Lichtbogens hat man sich in der Weise zu erklären, dass die vom Mikrophon erzeugten Stromschwankungen infolge Änderung der JOULEschen Wärme im Flammenbogen Temperaturschwankungen hervorrufen, vielleicht auch Schwankungen der verdampfenden Kohlenmenge; dadurch werden entsprechende Volumänderungen der den Lichtbogen leitenden Gase und somit Schallwellen in der umgebenden Luftmasse hervorgebracht.

Umgekehrt lässt sich der Lichtbogen auch als telephonischer Geber benutzen, wenn man in den vorerwähnten Schaltungen das Mikrophon nebst Element durch einen Fernhörer ersetzt. Der Fernhörer giebt alsdann die gegen den Flammenbogen gesprochenen Worte oder die in dessen Nähe erzeugten Klänge wieder. Die auf den Bogen treffenden Schallwellen bewirken nämlich periodische Schwankungen des Übergangswiderstandes und damit der Stromstärke, die vom Telephon wieder in Schallwellen umgesetzt werden.

Für die Zwecke der drahtlosen Telephonie ist der Lichtbogen nach Fig. 462 mit einem Mikrophon zu verbinden und im Brennpunkt eines Hohlspiegels anzubringen. Der Spiegel sendet die Lichtstrahlen parallel nach dem am Empfangsort aufgestellten Hohlspiegel, und dieser vereinigt sie auf die in seinem Brennpunkte befindliche Selenzelle, deren Widerstand infolge der Belichtung etwa auf den 10. Teil zurückgeht. Die auf den Geber wirkenden Schallwellen erzeugen im Lichtbogen neben den Temperaturschwankungen auch entsprechende Änderungen der Lichtstärke. Diese werden durch die Spiegel auf die Selenzelle übertragen und veranlassen Schwankungen des elektrischen Widerstandes der Zelle, wodurch wieder Änderungen in der Stärke des von der Batterie *B* im Telephonstromkreis erzeugten Stromes verursacht werden.

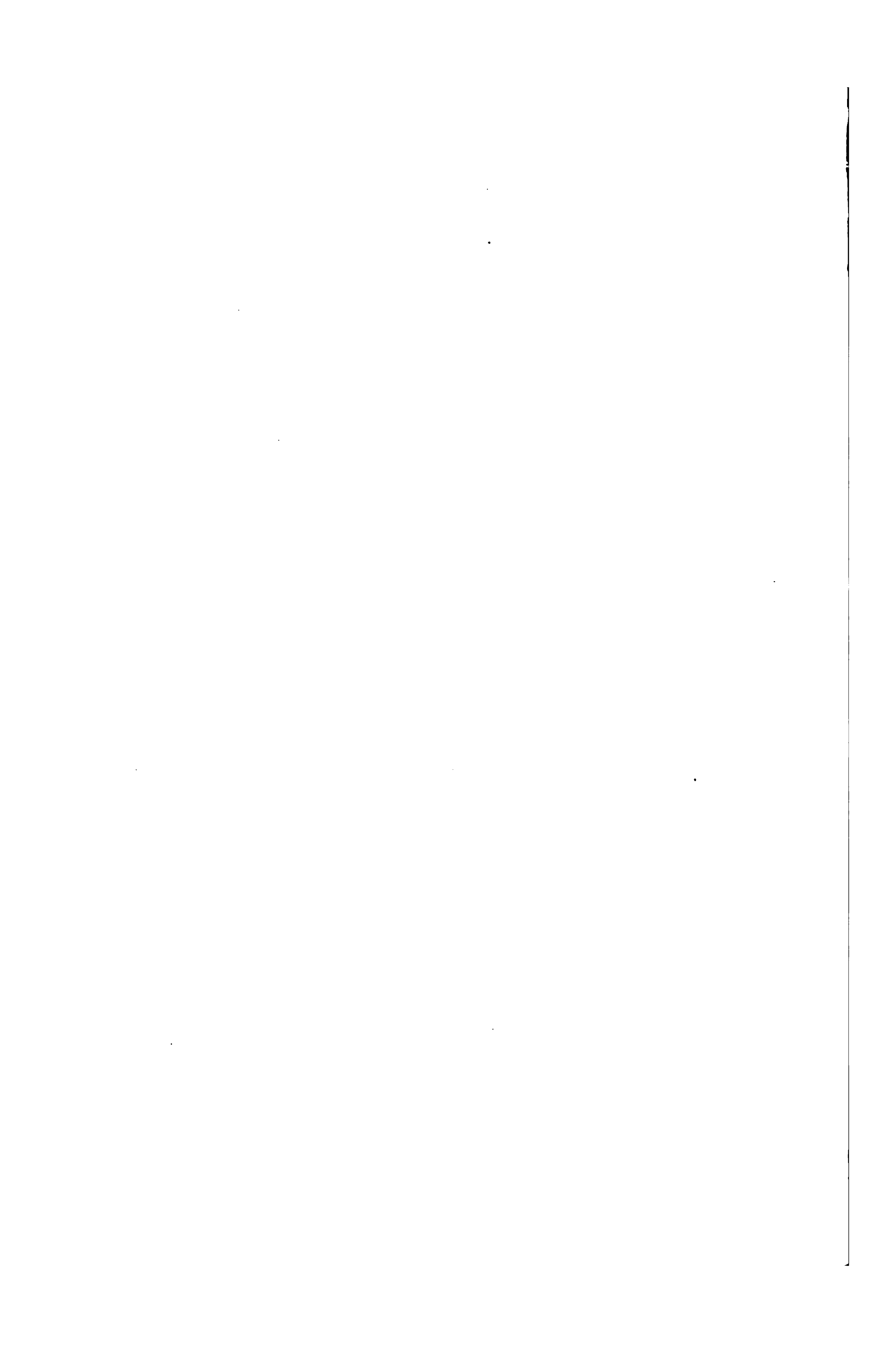
Praktische Verwendung hat die drahtlose Telephonie bisher nicht gefunden. —



Dritte Abteilung.

Bau und Unterhaltung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen

I. bis VI.



I. Geschichtlicher Entwickelungsgang.

A. Oberirdische Linie.

Leitungsdraht.

Leitungsdraht. Die ersten Telegraphenleitungen (von GAUSS 1833, von STEINHEIL 1837) waren oberirdisch geführt und aus Kupferdraht hergestellt. MORSE gelang es nach einem missglückten Versuche, mit Baumwolle und Gummilack überzogene Kupferdrähte unterirdisch in Bleiröhren zu verlegen: die Linie Baltimore-Washington mit zwei an 9 m hohen Stangen befestigten blanken Drähten 1844 betriebsfähig herzustellen.

Für die erste Telegraphenlinie in Preussen 1848 wählte man, mangels jeglicher Erfahrung über die zweckmässigste Führung der Leitung, teils die oberirdische, teils die unterirdische Anlage. Die unterirdischen Leitungen entsprachen den Erwartungen keineswegs. Es lag dies nicht nur an der noch unvollkommenen Technik, welcher es nicht gelang, den kupfernen Leitungsdraht mit einer überall gleich starken Isolationsschicht zu umgeben, sondern auch die Isolationsmasse selbst — mit Schwefel verbundene, sogenannte vulkanisierte Guttapercha — erwies sich für den Zweck unbrauchbar. Die preussische Telegraphenverwaltung sah sich daher im Jahre 1852 genötigt, die vorhandenen unterirdischen Leitungen durch oberirdische zu ersetzen.

Als Material für die oberirdischen Leitungen kam nur Kupfer und Eisen in Betracht. Man entschloss sich für Kupfer, welches eine 7 mal grössere Leitungsfähigkeit als Eisen besitzt und vermöge seiner Biegsamkeit und Luftbeständigkeit zur Verwendung als Leitungsdraht besonders geeignet schien.

Durch Versuche wurde als passende Stärke des Kupferdrahts 0,75 Linien (1,63 mm) ermittelt; später erhöhte man den Durchmesser auf 1,1 Linien (2,4 mm). Die mit dem Kupferdrahte gemachten ungünstigen Erfahrungen (geringe Festigkeit, unregelmässiger Durchhang, Anreizung zum Diebstahl) führten 1852 zur Verwendung von Eisendraht von 2,1 bis 2,2 Linien (4,6 bis 4,8 mm). Nur an den Punkten, wo eine geringere Inanspruchnahme der Leitungsträger erwünscht war, in engen Kurven, in Ortschaften, bei Überschreitung der Bahngleise, wurde der leichtere Kupferdraht beibehalten. Da der Eisendraht sehr schnell rostete und an Haltbarkeit und Leitungsvermögen verlor, versah man die Drähte mit einem Anstrich von flüssigem Asphaltlack oder einem Überzuge von Leinölfirniss. Langjährige Versuche, die von 1855 ab mit verzinktem Eisendraht gemacht wurden, gaben 1873 Anlass, nur noch diesen Draht zu verwenden.

Die Stärke des Eisendrahts unterlag in der nachfolgenden Zeit mehrfachen Änderungen. Für den internationalen Verkehr wurde durch den Wiener Telegraphenvertrag (1868) eine Drahtstärke von mindestens 5 mm vorgeschrieben. Statt dieses Drahtes kann für internationale Leitungen seit 1885 Draht aus anderem Material von gleicher Festigkeit und Leitungsfähigkeit gewählt werden. Meist wird für den Zweck Bronzedraht von 3 mm Stärke benutzt, der $2^1/_3$ mal besser leitet, als Eisendraht von 5 mm Stärke (Leitungswiderstand auf 1 km 2,9 bez. 6,8 Ohm).

Stahldraht kam in einzelnen Fällen zur Verwendung, um ungewöhnlich grosse Spannungen zu überwinden. Beispielsweise überschritt man den Rhein bei Bingerbrück 1863 auf 763 m Entfernung mit 3 Leitungen aus 3 mm starkem, hart gezogenem Stahldrahte.

Als 1880 mit der Herstellung von Stadt-Fernsprecheinrichtungen vorgegangen wurde, nahm man als Leitungsdraht verzinkten Gussstahldraht von 2,2 mm Stärke; an dessen Stelle trat, seitdem sich das Bedürfnis geltend

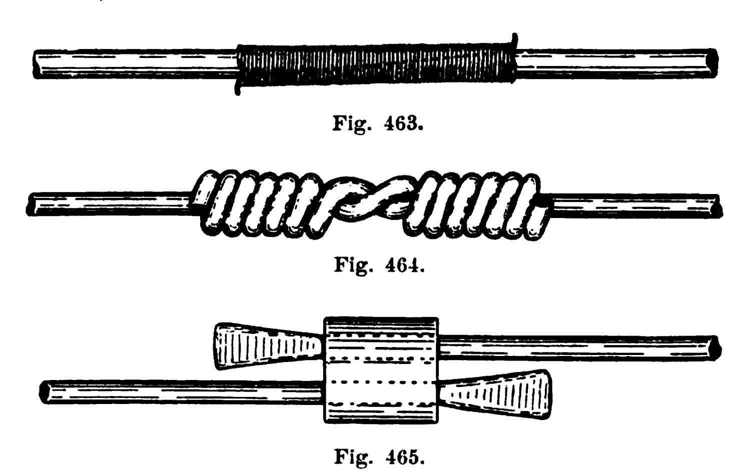


Fig. 463.

Fig. 464.

Fig. 465.

machte, auf weite Entfernungen zu sprechen, ein besser leitendes Material: Phosphor- und Siliciumbronze.

Drahtverbindung.

Drahtverbindung. Die Verbindung der einzelnen Drahtenden zu einer fortlaufenden Leitung erfolgte bei den Leitungen aus Kupfer anfänglich durch einfaches Zusammendrehen und Verlöten der Enden, bei den Eisenleitungen durch Umwickeln der schräg abgefeilten Enden mit Messingdraht und nachfolgendem Verlöten (Fig. 463). 1857 wurde die sogenannte Würgelötstelle (Fig. 464) eingeführt, zu deren Herstellung man sich besonders geformter Werkzeuge bediente. Sie ist in Österreich bis jetzt beibehalten. 1861 versuchte man die Vereinigung zweier Drahtenden mittelst einer Muffe von Messing oder Gussstahl (Fig. 465); 1875 kam die gegenwärtig fast allgemein noch übliche Wickellötstelle auf (zu vgl. Fig. 551).

Isolatoren.

Isolatoren. Als Material für die Isolatoren ist neben Porzellan vielfach auch Glas (in Österreich, Württemberg und in der Schweiz) benutzt worden; in der Form der Isolatoren herrschte anfänglich eine grosse Mannigfaltigkeit.

Für die ersten Leitungen aus Kupferdraht gab Werner Siemens Isolatoren in einfacher Glockenform (Fig. 466) an, die bei Einführung des Eisendrahts durch eine Glocke mit stärkerem Mantel und mit einem Einschnitt auf dem

Kopfe zur Aufnahme des Leitungsdrahts ersetzt wurde (Fig. 467). Da der Isolator durch den Drahtzug häufig gesprengt wurde, versuchte man 1854, ihn durch Aufsetzen einer gusseisernen Kappe zu verstärken. Der Versuch misslang; man wendete deshalb 1855 eiserne Isolatoren an, die mit einem eingekitteten Porzellanfutter versehen waren (Fig. 468); der Draht wurde in die Rinne des Kopfes gelegt und am Herausfallen durch einen Splint gehindert, den man durch die Durchbohrung zweier Ansätze steckte. Neben

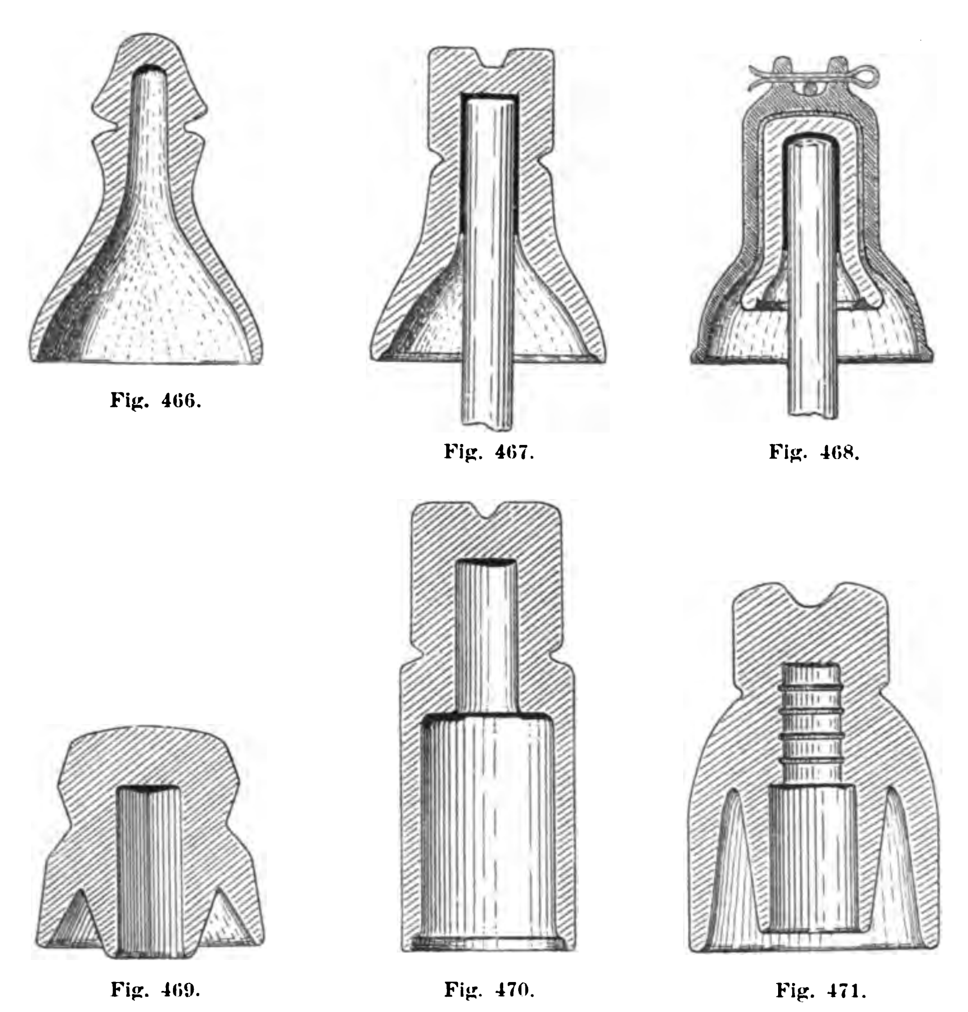


Fig. 466. Fig. 467. Fig. 468.

Fig. 469. Fig. 470. Fig. 471.

anderen Übelständen zeigte dieser Isolator eine geringe Isolierfähigkeit. Wesentliche Vorteile, aber noch nicht genügende Isolierung bot der von Borggreve 1857 konstruierte Isolator (Fig. 469). Eine zur Ermittelung eines besseren Isolators eingesetzte Kommission schlug deshalb Isolatoren der in Fig. 470 dargestellten Form vor, die aber schon 1858 durch den vom preussischen General-Telegraphendirektor von Chauvin angegebenen Isolator mit doppeltem Mantel, die sogenannte Doppelglocke (Fig. 471) verdrängt wurden. Diese Doppelglocke erfüllt alle Bedingungen eines brauchbaren Isolators und entspricht im wesentlichen der noch jetzt allgemein gebräuchlichen Gestalt des Isolators.

Stützen.

Stützen. Die Form der im Laufe der Zeit verwendeten Stützen ist von der Art der Isolatoren und ihrer Lage zur Stange bedingt gewesen. Als gebräuchliche Formen sind zu unterscheiden: *S*-förmig gebogene und gerade Stützen, Haken- und Winkelstützen, *U*-förmig gebogene Stützen.

Die in Fig. 472 dargestellten *S*-förmigen Stützen dienten zur Aufnahme der Glocken für die ersten aus Kupfer bestehenden Leitungen; sie unter-

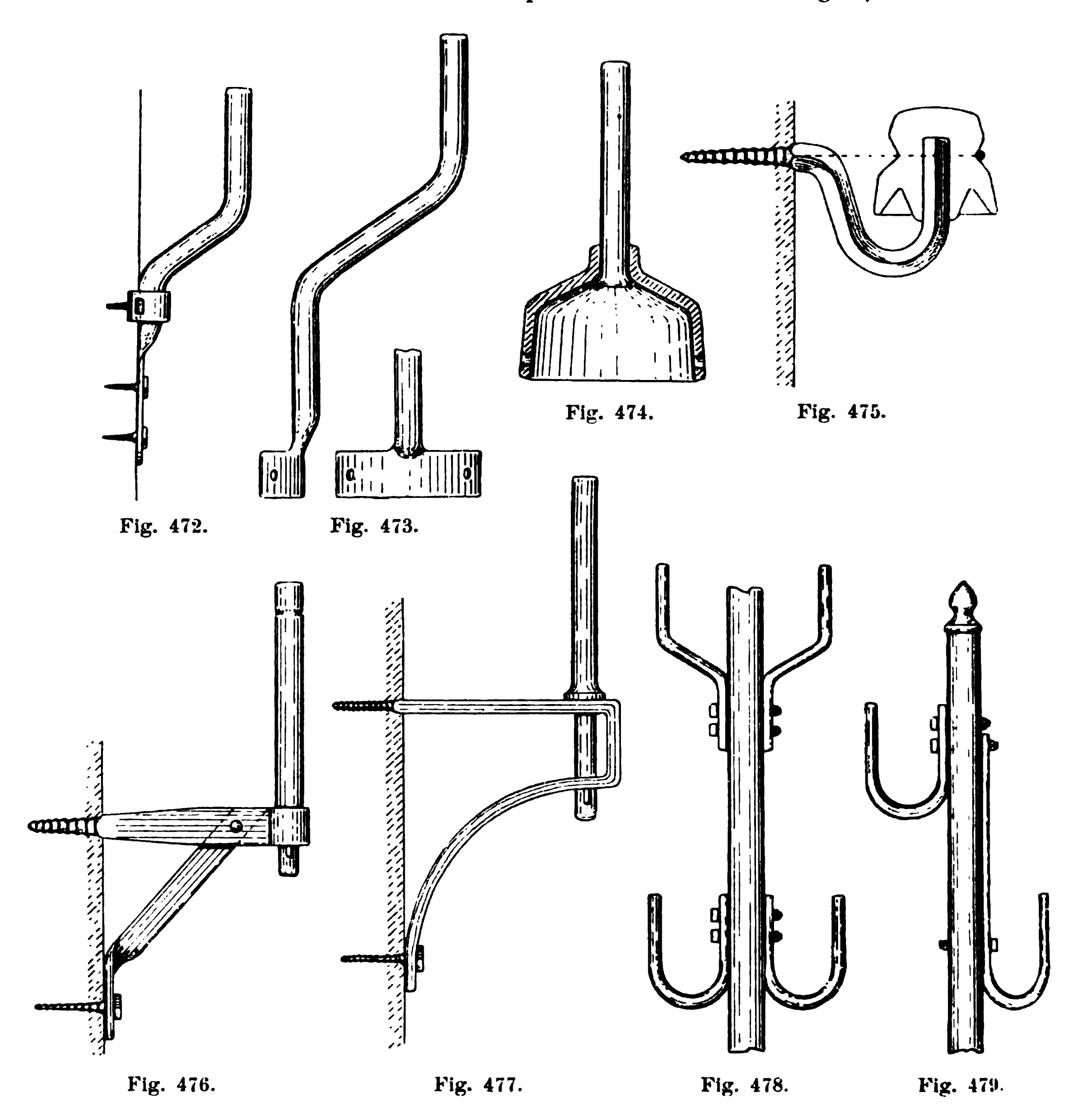


Fig. 472. Fig. 473. Fig. 474. Fig. 475.

Fig. 476. Fig. 477. Fig. 478. Fig. 479.

scheiden sich von den später für Eisenleitungen angewendeten Stützen (Fig. 473) wesentlich nur durch die Art der Befestigung an der Stange. Bis zum Jahre 1863 brachte man auf der Spitze der Stange eine gerade, in eine gusseiserne Kappe (Pfahlkappe) eingenietete Stütze für die Hauptleitung an (Fig. 474).

Einen Fortschritt im Leitungsbau bedeutet die Anwendung der von Borggreve zu seinem Isolator benutzten Hakenstütze (Fig. 475), deren freies

Ende in ein Schraubengewinde auslief, das unmittelbar in die Stange eingeschraubt wurde. Der Leitungsdraht lag in der Verlängerung der Schraubenachse, sodass eine seitliche Drehung der Stütze infolge ungleichmässig nach beiden Seiten wirkenden Drahtzugs ausgeschlossen war. Jedoch verursachte der quadratische Querschnitt an dem oberen Teile der Stütze vielfach ein Zersprengen der Glocke. Bei Einführung dieser Stütze wurden die Leitungen nicht mehr wie vorher, paarweise gegenüber, sondern wechselständig gestellt.

Winkelstützen in verschiedener Form, für eine und für mehrere Leitungen (Fig. 476 u. 477) kamen 1860 in Aufnahme. Zur Befestigung der Isolatoren an eisernen Stangen und Mauerbügeln wurden zuerst *S*-förmige, dann *U*-förmige Stützen (Fig. 478), später Stützen in der Form der Figur 479 so angewendet, dass die Isolatoren wechselständig gruppiert waren.

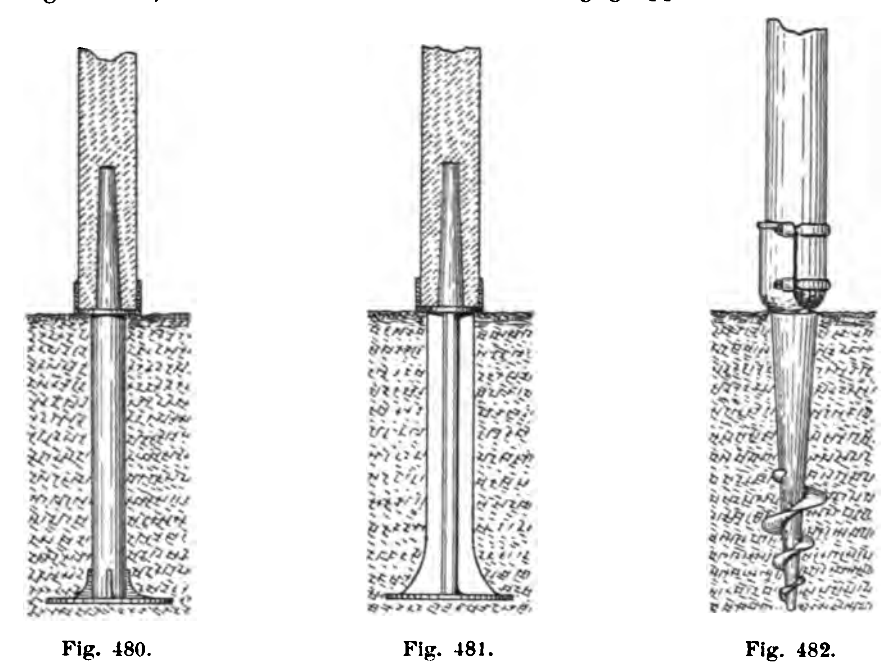


Fig. 480. Fig. 481. Fig. 482.

Stangen.

Stangen. Als Träger zur Unterstützung des Leitungsdrahts werden vorzugsweise Stangen aus Holz und aus Eisen benutzt, aber auch Säulen von Stein und lebende Bäume sind für den Zweck verwendet worden. Zur Anbringung der Leitungen an Bauwerken, Mauern, Brücken u. s. w. dienen Träger besonderer Konstruktion.

Die Höhe der Träger richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, der Inanspruchnahme und dem Abstande der Träger voneinander. Bei der Auswahl des Holzes für Telegraphenstangen ist in Deutschland nach der vorherrschenden Baumkultur die Kiefer vor den anderen Nadelhölzern bevorzugt worden, Stangen aus Eichenholz haben vorübergehend Verwendung gefunden, wenn sie zu mässigen Preisen zu haben waren.

Um die Dauerhaftigkeit der Holzstangen zu verlängern, kohlte man sie anfänglich am unteren Ende an und versah den eben über der Erde stehenden Teil mit einem Theeranstrich. 1852 versuchte man die Zubereitung mit Schwefelbarium und Eisenchlorid sowie mit Zinkchlorid, 1858 mit Kupfer-

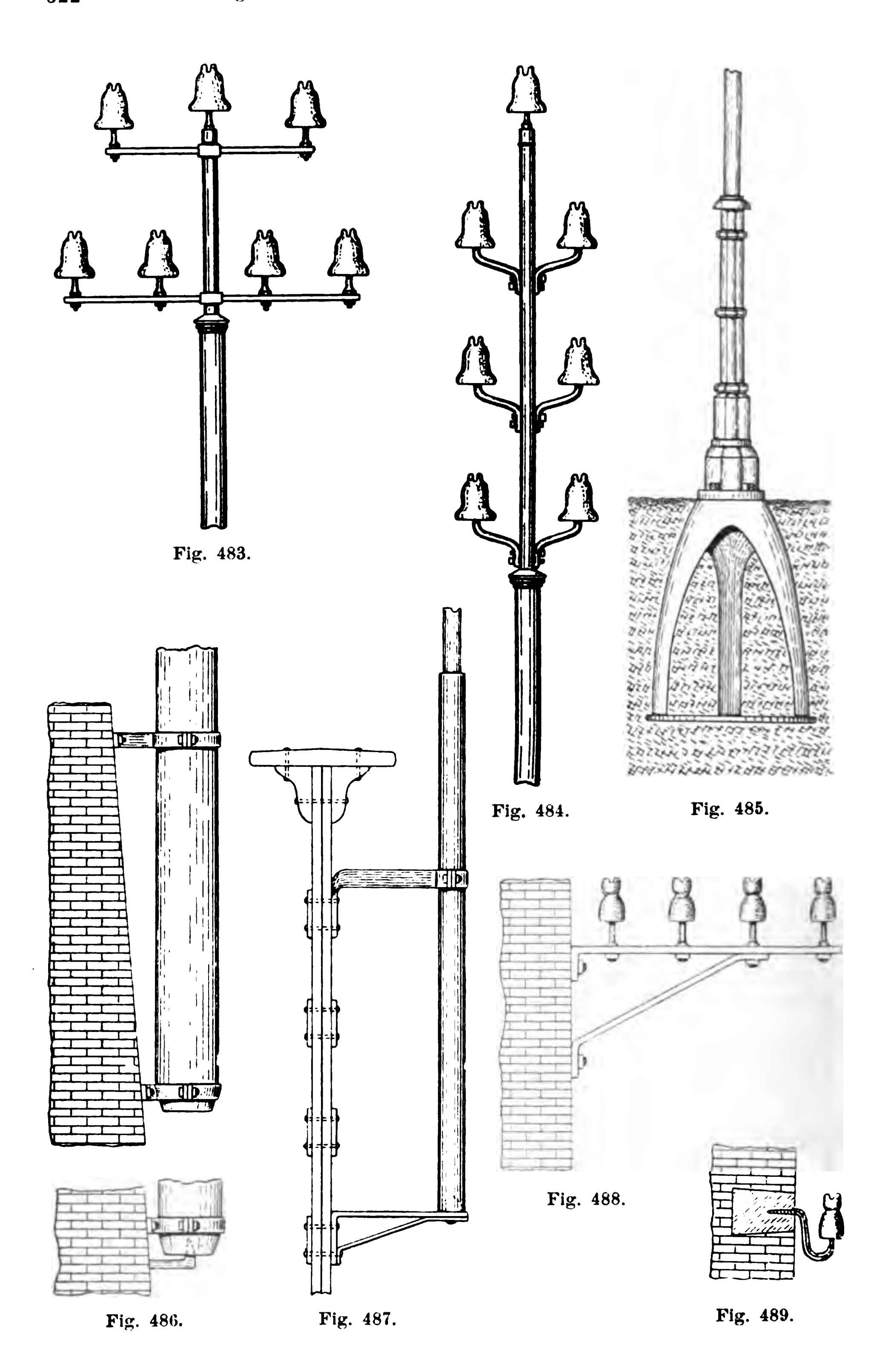


Fig. 483.

Fig. 484.

Fig. 485.

Fig. 486.

Fig. 487.

Fig. 488.

Fig. 489.

vitriol, mit kreosothaltigen Theerölen und mit Quecksilberchlorid. Am meisten bewährt hat sich die Zubereitung mit Kupfervitriol, die daher noch jetzt fast ausschliesslich Anwendung findet. Das Verfahren ist weiter unten näher beschrieben.

Um abgefaulte Stangen noch verwenden zu können, versah man sie 1854 versuchsweise mit einem gusseisernen Fusse, welcher in die Erde eingegraben wurde, oder mit einem Fusse in Form eines Kegels, den man mittelst der am unteren Ende befindlichen Schraube in die Erde bohrte (Fig. 480—482). Zum Schutze des oberen Teiles der Stange gegen Fäulnis infolge der am Zopfende eindringenden Feuchtigkeit setzte man zuerst Pfahlkappen auf die Spitze, 1863 schrägte man das Zopfende einseitig ab, um das Ablaufen des Regenwassers zu befördern, und bestrich die Fläche mit

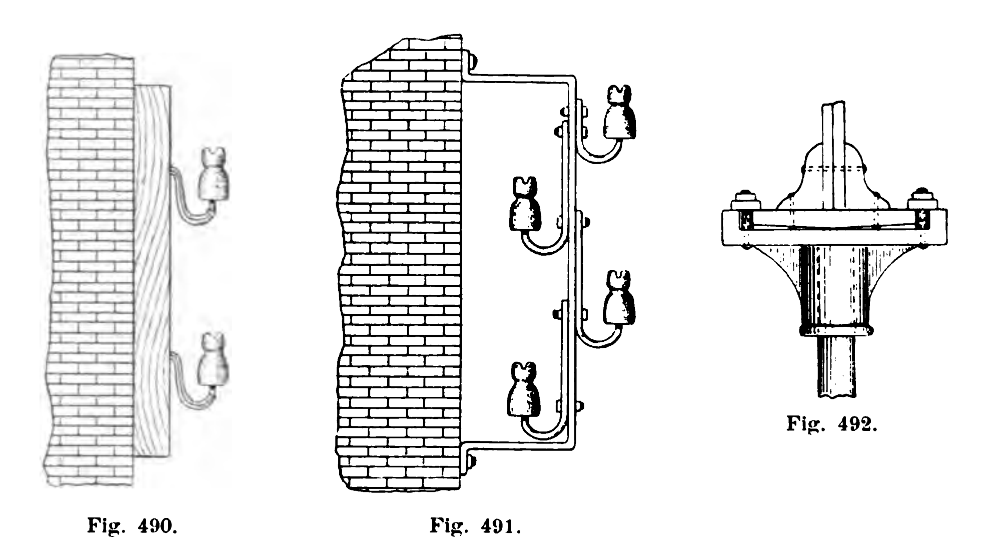


Fig. 490. Fig. 491. Fig. 492.

heissem Steinkohlentheer; von 1866 ab wurde eine Zeit lang das Zopfende dachartig abgeschnitten und mit Dachpappe bedeckt.

Versuche mit Trägern aus schmiedeeisernen Röhren in Form der Figuren 483, 484 u. 485 wurden zuerst 1855 angestellt. Stellenweise ging man dazu über, die eisernen Stangen in Granitsockel einzulassen. Nach dem Vorgange Bayerns machte die Reichs - Telegraphenverwaltung 1875 einen Versuch mit Trägern aus Doppel-T-Eisen, welche mit Cement in Steinquadern befestigt wurden.

Gegenwärtig werden eiserne Telegraphenstangen nur ausnahmsweise in grösseren Städten oder an einzelnen Punkten benutzt, wo es darauf ankommt, der Anlage ein gefälligeres Äussere zu geben oder wo der beschränkte Raum die Aufstellung von Holzstangen nicht gestattet.

Von den zahlreichen Konstruktionen, die bei Benutzung von Bauwerken zur Aufnahme von eisernen Stangen, Rohrständern oder Mauerbügeln zur Anwendung gekommen sind, werden die hauptsächlichsten durch die Fig. 486 bis 492 veranschaulicht.

B. Versenkte Linie (Kabel).

Der Gedanke, die Elektrizität zum Telegraphieren unter der Erde oder unter Wasser fortzuleiten, ist fast so alt, wie der Gedanke an eine elektrische Telegraphie überhaupt.

Schon LESAGE in Genf (1774) wollte Leitungen in glasierten Thonröhren isoliert unter der Erde verlegen, REUSSER und BÖCKMANN in Karlsruhe (1794) beabsichtigten die Leitungen in gläserne Röhren einzuschliessen, SÖMMERING (1809) führte zuerst eine Art Kabel aus, indem er die Drähte für seinen Telegraphen mit Schellack überzog und zu einem Seile zusammendrehte; die Leitungen zeigten sich auch unter Wasser isoliert. SCHILLING v. CANSTADT benutzte 1812 eine durch die Newa verlegte Leitung zur elektrischen Minenzündung, RONALDS in London legte 1816 einen Leitungsdraht in Holztröge, die mit Pech ausgekleidet waren.

Der elektrische Telegraph befand sich noch im ersten Anfange seiner Entwickelung, als auch schon der Vorschlag auftauchte, dem elektrischen Strome durch das Meer einen Weg zu weisen. Das englische Parlament beschäftigte sich 1840 mit einem vollständig ausgearbeiteten Plane WHEATSTONES, Dover mit Calais durch ein unterseeisches Kabel zu verbinden. Der Vorschlag kam aber nicht zur Ausführung, weil es an einem geeigneten Mittel für die Isolierung des Leitungsdrahts fehlte. Professor JACOBI in Petersburg verlegte 1842 eine Leitung auf fast 3 km Länge unter der Erde in Glasröhren; die Leitung war mit Zwirn übersponnen, dann in eine Mischung von Wachs, Harz und Talg getaucht, nochmals umsponnen und dann mit derselben Mischung bestrichen. In Amerika und England schloss man den mit Baumwolle überzogenen und gefirnissten Draht in bleierne oder eiserne Röhren ein; die Isolierung war aber mangelhaft.

WERNER SIEMENS war der Erste, welcher die 1843 durch den Arzt MONTGOMERIE (Singapore) in Europa bekannt gewordene Guttapercha für die Isolierung der Leitungsdrähte nutzbar zu machen vorschlug (1846) und auch eine Maschine zur Herstellung der isolierenden Hülle angab.

Die ersten in Preussen unternommenen Versuche, mit vulkanisierter Guttapercha umhüllte Drähte unterirdisch zu verlegen (vgl. S. 617), schlugen zwar fehl, die dabei gewonnenen Erfahrungen erwiesen sich indes nutzbringend für die Konstruktion von Unterseeleitungen. Das erste grössere Unternehmen einer Unterseeleitung ging von JACOB BRETT aus, der 1850 ein Kabel zur Verbindung von Calais mit Dover legen liess, das einen Kupferleiter von 2 mm und eine Guttaperchahülle von 12,5 mm Durchmesser hatte. Das Kabel war aber so mangelhaft, dass es nicht in Betrieb genommen werden konnte. Glücklicher verlief die Legung des zweiten Kabels zwischen Calais und Dover (1851), das bis 1859 gebrauchsfähig blieb.

Es bestand aus 4 Adern mit einfachen Kupferdrähten von 1,65 mm Durchmesser, jeder Draht bedeckt mit 2 Lagen Guttapercha; die Adern waren umeinander gedrillt, getheerte Hanffäden füllten die Zwischenräume aus, das Ganze war mit 10 Eisendrähten in langen Windungen umgeben. Die Form dieses Kabels ist für die späteren Kabel vorbildlich geworden, wenn auch dessen innere Beschaffenheit noch viele Mängel aufwies.

In den Jahren 1855 und 1856 versuchte BRETT die Legung eines Kabels von Bona (Algier) nach Cagliari (Sardinien), beide male ohne Erfolg; erst

im Jahre 1857 gelang die Legung eines vieraderigen Kabels, das im Querschnitte durch die Fig. 493 dargestellt wird. Den Querschnitt des stärker bewehrten Küstenendes giebt Fig. 494 wieder. In Fig. 495 u. 496 sind das Kabel nebst Küstenenden der Linie Cagliari—Malta—Corfu abgebildet.

Den Plan, Europa und Amerika telegraphisch zu verbinden, fasste bereits 1854 der Amerikaner Cyrus Field. Der erste Versuch (1855) missglückte vollständig, auch das zweite Kabel (1857), bei welchem die Leitung zum erstenmale nicht aus einem einfachen Drahte, sondern aus mehreren zu einem Seile gedrehten Kupferlitzen gebildet wurde, war nicht betriebsfähig; erst das dritte Kabel, das aus einer siebendrähtigen Kupferseele (Fig. 497)

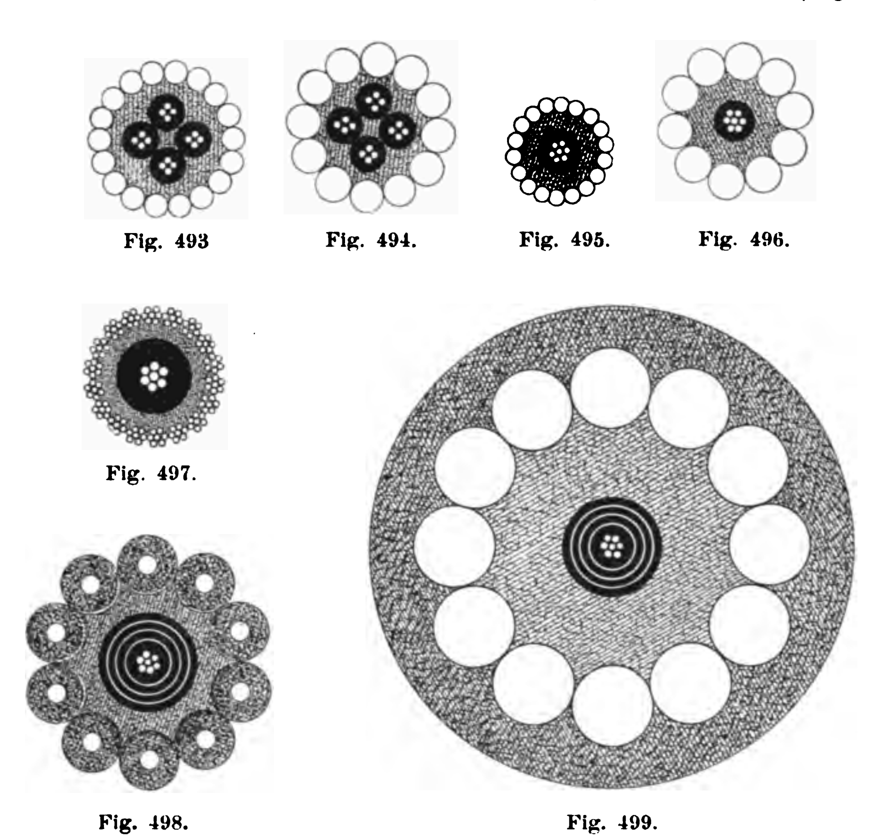


Fig. 493 Fig. 494. Fig. 495. Fig. 496.

Fig. 497.

Fig. 498. Fig. 499.

bestand, mit einer äusseren Bewehrung von 18 aus je 8 dünnen Eisendrähten gebildeten Litzen, stellte 1858 die Verbindung zwischen Irland und Neufundland wirklich her; doch schon nach drei Wochen versagte das Kabel für immer.

Keineswegs entmutigt, nahm Field die Sache von neuem auf und legte 1865 das zweite atlantische Kabel. Leider riss das Kabel, nachdem bereits 2350 km ausgelegt waren, und versank in die Tiefe. Endlich im folgenden Jahre wurde das Werk zum glücklichen Ende geführt. Das dritte Kabel (Fig. 498 u. 499, Küstenende) entsprach in der Bauart fast genau derjenigen des zweiten. Kurz nachher wurde auch das Kabel des Vorjahrs wieder aufgefunden, und man befand sich so im Besitze von zwei Kabeln zwischen Europa und Amerika.

Das Gelingen der Kabellegung zwischen der neuen und der alten Welt veranlasste die Bildung vieler neuen Unternehmungen, und bald wurde in allen Teilen der Welt ein Kabel nach dem anderen mit mehr oder minder glücklichem Erfolge gelegt. Allein zwischen Europa und Amerika bestehen gegenwärtig 18 Kabelverbindungen. Die Verdichtung des Welttelegraphennetzes geht rastlos von statten, sodass die Gesamtlänge der Unterseeleitungen Anfang 1901 bereits die ansehnliche Ziffer von 354 548 km erreicht hatte. Das Anlagekapital zählt nach Milliarden, eine Flotte von beinahe 50 Dampfern ist ganz in den Dienst der Untersee-Telegraphie gestellt. Zwar fehlen noch manche wichtige Maschen in dem grossen Netze, so z. B. das Verbindungsglied durch den Stillen Ozean zwischen Amerika einerseits und China, Japan und Australien andererseits, die sogenannte pazifische Linie, die aber schon in nächster Zeit zur Ausführung kommen wird.

Als bedeutsames Ereignis in der Geschichte der Kabeltelegraphie ist noch die Herstellung des unterirdischen Reichs - Telegraphennetzes zu erwähnen, dessen Ausbau im Jahre 1877 in Angriff genommen und nach vierjähriger Arbeit mit einem Kostenaufwande von über 30 Millionen Mark im wesentlichen vollendet war. Dieses Netz, an welches seit 1889 Württemberg und seit 1890 auch Bayern angeschlossen ist, umfasst 5960 km Linie und 40 329 km Leitung; es verbindet nicht weniger als 90 Städte, darunter die ersten Handels- und Verkehrsplätze Deutschlands. Das zur Verwendung gekommene siebenaderige Kabel ist in der Figur 519 b im Querschnitte dargestellt. — Ausser Deutschland ist nur Frankreich im Besitz eines unterirdischen Leitungsnetzes von grösserem Umfange.

Mit der Unterseetelephonie ist 1891 durch Legung eines Telephonkabels zwischen Dover und Calais zur Herstellung einer Sprechverbindung zwischen London und Paris der Anfang gemacht worden. Einem Sprechverkehr auf langen Unterseekabeln stehen z. Zt. hauptsächlich noch die Schwierigkeiten entgegen, welche die Kapazität der Kabel dem Durchgange der Sprechströme bereitet. Gleichwohl ist die Hoffnung berechtigt, dass auch die Frage der Ozeantelephonie in absehbarer Zeit gelöst und der mündlichen Verständigung von Erdteil zu Erdteil der Weg gebahnt sein wird.

II. Materialienkunde.

Allgemeine Bemerkungen.

Telegraphen- und Fernsprechlinien. Unter einer Telegraphen- oder Fernsprechlinie versteht man die gesamte bauliche Anlage, welche die zum Telegraphieren oder Fernsprechen erforderlichen Stromwege zwischen zwei Telegraphenanstalten, Fernsprech-Vermittelungsanstalten oder Sprechstellen enthält.

Zu einer oberirdischen Telegraphen- oder Fernsprechlinie gehören also die Stangen und Stützen mit ihren Verstärkungs- und Sicherungsmitteln, die Isolatoren und die Drahtleitungen; zu einer versenkten, d. h. einer unterirdischen, einer unter Wasser geführten oder unterseeischen Telegraphen- oder Fernsprechlinie gehören die Kabel mit den Kabelbrunnen und mit sämtlichen Schutzvorrichtungen, wie gusseisernen Rohrsträngen oder Cementkanälen, Kabelschutzmuffen u. s. w.

Telegraphen- und Fernsprechleitungen. Unter Telegraphen- oder Fernsprechleitungen versteht man lediglich die zur Fortpflanzung der Telegraphier- oder Sprechströme bestimmten einzelnen Metalldrähte. Die Stützvorrichtungen für die Leitungen mit den Isolatoren, sowie den Verstärkungs- und Sicherungsmitteln werden als Gestänge bezeichnet.

Anforderungen an Telegraphen- und Fernsprechlinien. — Dauerhaftigkeit. Die Anlagen müssen dauerhaft hergestellt werden und die nötige Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse und mechanische Beschädigungen besitzen. Die Dauerhaftigkeit einer Anlage hängt von der Güte der verwendeten Materialien, von der Befolgung der vorgeschriebenen Bauregeln und von der verständigen Wahl der Konstruktionen für besondere Zwecke ab.

Leitungsfähigkeit. Bei Herstellung der Leitungen ist Sorge zu tragen, dass sie den elektrischen Strom gut und sicher leiten. Hierzu ist eine ununterbrochene metallische Verbindung von Amt zu Amt erforderlich. Die Herstellung der Lötstellen zwischen den einzelnen Drahtlängen hat daher besonders sorgfältig zu erfolgen.

Isolation. Die Leitungen müssen den Strom ungeschwächt — ohne Verlust — bis zum Bestimmungsorte führen, d. h. sie müssen auf der ganzen Länge gut isoliert sein. Bei oberirdischen Leitungen muss zu dem Zwecke an den Stützpunkten zur Befestigung des Drahtes ein guter Nichtleiter — die Porzellandoppelglocke — angebracht werden, um Ableitungen zur Erde zu verhüten. Zwischen den Stützpunkten dürfen die Leitungen nicht mit Baumzweigen, Bauwerken und anderen leitenden Körpern in Berührung kommen.

Bei unterirdischen Anlagen müssen die Leitungen vollständig in einen Nichtleiter — Guttapercha, Kautschuk, Faserstoff oder Papier — eingehüllt sein. Für Unterwasseranlagen kommen in der Regel Kabel mit Guttaperchaisolierung zur Verwendung.

Übersichtlichkeit. Beschädigungen der Anlagen müssen leicht aufzufinden und möglichst ohne Störung des Betriebs zu beseitigen sein. Es ist daher auf die Übersichtlichkeit der Leitungen und der ganzen Anlage stets Bedacht zu nehmen. Für unterirdische Anlagen macht sich dieses Erfordernis in noch höherem Maasse geltend als für die oberirdischen.

Aussehen. Es ist ferner notwendig, den Anlagen ein gefälliges Äussere zu geben. Diesem Erfordernisse wird durch Beobachtung grösstmöglicher Regelmässigkeit in der Herstellung des Gestänges und der Anbringung der Leitungen genügt. In Städten und grösseren Ortschaften werden ausserdem die Stangen glatt gehobelt und mit einem Anstriche von holzbrauner Ölfarbe versehen, auch können Stangen mit einfacher Ausschmückung oder eiserne Stangen zur Verwendung kommen.

Billigkeit. Sämtliche Telegraphen- und Fernsprechanlagen sollen mit einem möglichst geringen Kostenaufwand ausgeführt werden. Eine Grenze

für die Billigkeit ist aber durch die Forderung einer dauerhaften und zweckentsprechenden Konstruktion der Anlagen gegeben. Es ist hierbei nicht ausser Acht zu lassen, dass die Unterhaltungskosten für eine Anlage um so geringer werden, je besser sie hergestellt ist.

A. Materialien für oberirdische Linien.

I. Hölzerne Stangen.

Die in den europäischen Telegraphenverwaltungen zur Herstellung der oberirdischen Linien zur Verwendung kommenden Holzstangen sind meist Stammenden der Kiefer. In einzelnen Gegenden werden auch andere Nadelhölzer wie Fichten, Lärchen und Tannen sowie unter Umständen auch Eichen benutzt; in den Vereinigten Staaten von Amerika verwendet man zu Telegraphenstangen fast nur das Stammende der gelben Ceder.

Kiefer.

Die Kiefer (pinus silvestris) bildet im mittleren und nördlichen Europa grosse Waldungen. Das Holz hat stark ausgeprägte Jahresringe, sein Kern ist dunkelrot, der Splint mattrot gefärbt. Die Rinde ist rotbraun und rissig. Sämtliche Zweige, die in regelmässigen Absätzen um den Stamm herum gruppiert sind, gehen bogenförmig nach oben ab; die Astlöcher haben daher eine elliptische Form. Die Nadeln sind länger als die der Tanne und Fichte; sie stehen stets zu zweien oder dreien in kleinen braunen Kelchen, welche auf den Zweigen aufsitzen. Die Zapfen sind klein, knorrig und aufrecht stehend. Charakteristisch ist der starke Harzgeruch der Kiefer.

Fichte.

Die Fichte (pinus abies) auch Rottanne und Schwarztanne genannt, ist in grossen Waldungen über ganz Europa verbreitet. Das Holz ist rötlichgelb; Kern und Splint sind in der Farbe wenig unterschieden. Die Rinde ist rissig. Die Zweige gehen zunächst in horizontaler Richtung ab und wenden sich dann bogenförmig nach unten. Die spitzen, viereckigen Nadeln, welche länger als die Tannennadeln und kürzer als die Kiefernnadeln sind, stehen rings um die Zweige herum. Die Fichtenzapfen hängen nach unten; sie sind fast walzenförmig und haben etwas ausgefranzte Schuppen. Die Fichte zeigt weniger Harzgeruch als die Kiefer.

Tanne.

Die Tanne (pinus picea), auch Weisstanne, Edeltanne und Silbertanne genannt, ist in Europa weniger verbreitet als Kiefer und Fichte. Grosse zusammenhängende Tannenwaldungen sind nicht häufig. Das Holz ist langfaserig, in Kern und Splint von derselben weissen, ins Gelbliche spielenden Farbe und wenig widerstandsfähig gegen den Wechsel von Trockenheit und Nässe, daher auch zu Telegraphenstangen nur wenig geeignet. Die Rinde ist glatt. Sie hat unregelmässig in horizontaler Richtung abgehende Zweige; die Astlöcher sind also kreisförmig. Auf der oberen Seite sind die zweireihig in Form eines doppelten Kammes gestellten, ziemlich breiten, aber kurzen Nadeln dunkelblaugrün gefärbt, während ihre untere Seite durch zwei weisse, vertiefte Linien heller gefärbt bis silberweiss erscheint. Die langen, aufrecht stehenden Zapfen haben stumpfe, angedrückte Schuppen.

Lärche.

Die Lärche (pinus larix) tritt in grösseren Waldbeständen hauptsächlich in Russland und Sibirien auf; in Deutschland kommt sie nur in Schlesien

häufig vor. Sie ist das festeste und dauerhafteste Nadelholz. Das Holz ist rötlich gefärbt und zwar im Kerne etwas dunkler als im Splinte. Die Rinde ist rotbraun und noch zerrissener als die der Kiefer. Die Zweigstellung ist unregelmässig; es gehen die dicken Hauptäste horizontal ab, während die schwächeren Äste nach unten hängen. Die frischen grünen Nadeln stehen längs der jungen Zweige in Büscheln zerstreut. Die Nadeln fallen im Spätherbst ab.

Eiche.

Die Eiche kann nur da mit Vorteil zu Telegraphenstangen verwendet werden, wo sie zu mässigen Preisen zu haben ist. Es wird das selten der Fall sein, da die Eichenwaldungen in allgemeiner Abnahme begriffen sind, und die Nachfrage nach Eichenholz gross ist. Eichenstämme, welche durch Abschälen der Rinde zur Lohegewinnung schon vor dem Fällen gelitten haben, sind zu Telegraphenstangen nicht geeignet.

Zubereitung der Telegraphenstangen.

Die als Telegraphenstangen zur Verwendung kommenden Nadelhölzer werden, um sie widerstandsfähiger gegen Fäulnis zu machen, vor ihrer Einstellung in die Linie fast allgemein mit einer besonderen Flüssigkeit getränkt (imprägniert). Von den verschiedenen Zubereitungsverfahren haben sich bewährt:

1. die Zubereitung mit Kupfervitriol (nach Boucherie),
2. die Zubereitung mit Zinkchlorid (nach Burnett),
3. die Zubereitung mit kreosothaltigen Theerölen (nach Bethell) und
4. die Zubereitung mit Quecksilbersublimat (nach Kyan).

Das erstgenannte Verfahren bietet gegenüber den anderen mehrfache Vorteile: es erfordert keine kostspieligen baulichen Einrichtungen für die Zubereitungsanstalt, kann vielmehr an Ort und Stelle im Walde ausgeführt werden; das Holz leidet nicht durch das bei den Verfahren zu 2. und 3. vorzunehmende Vortrocknen; die Zubereitung jeder einzelnen Stange lässt sich leicht überwachen, endlich ist das Verfahren im Verhältnis zu der damit erzielten Dauerhaftigkeit der Stangen nicht teuer.

Die Tränkung der Stangen mit Kupfervitriol findet in der Reichs-Telegraphenverwaltung ausschliesslich, sowie meist auch bei den übrigen europäischen Telegraphenverwaltungen Anwendung, die anderen Zubereitungsarten werden noch von einzelnen Eisenbahnverwaltungen benutzt. Die Zubereitung mit Kupfervitriol soll daher eingehender und zwar nach dem in der Reichs-Telegraphenverwaltung üblichen Verfahren beschrieben werden.

Es sind auch Versuche mit der Verwendung roher Nadelhölzer gemacht worden; die rohen Hölzer, welche in der Wadelzeit gefällt sein und einige Monate ausgetrocknet haben mussten, wurden an dem in die Erde kommenden Teile mit Karbolineum oder einem anderen fäulniswidrigen Stoffe bestrichen. Das Ergebnis war aber nicht befriedigend.

Ohne vorherige Zubereitung gelangen eichene Stangen zur Aufstellung.

1. Zubereitung mit Kupfervitriol.

Beschaffenheit der Stangen. Die zur Zubereitung mit Kupfervitriol bestimmten Stangen müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Jede Stange muss aus dem geraden und gesunden Stammende einer Kiefer bestehen; am Zopfe müssen die Stangen der stärkeren Sorte einen Durchmesser von 17 cm mit der Rinde und 15 cm ohne Rinde haben, die der schwächeren Sorte dagegen einen Durchmesser von 14 bezw. 12 cm. Die Rinde der Hölzer muss unbeschädigt, die Äste müssen dicht am Stamme abgeschnitten sein. Stammende und Zopfende der Stangen müssen rechtwinkelig und glatt beschnitten sein.

Der für die Zubereitung mit Kupfervitriol sowie für die Lagerung der Stangen erforderliche freie Platz muss in dem Walde, aus welchem die Hölzer entnommen werden, oder in dessen Nähe liegen. Er muss eine bequeme und billige An- und Abfuhr der Stangen gestatten, in der Nähe muss kalk-

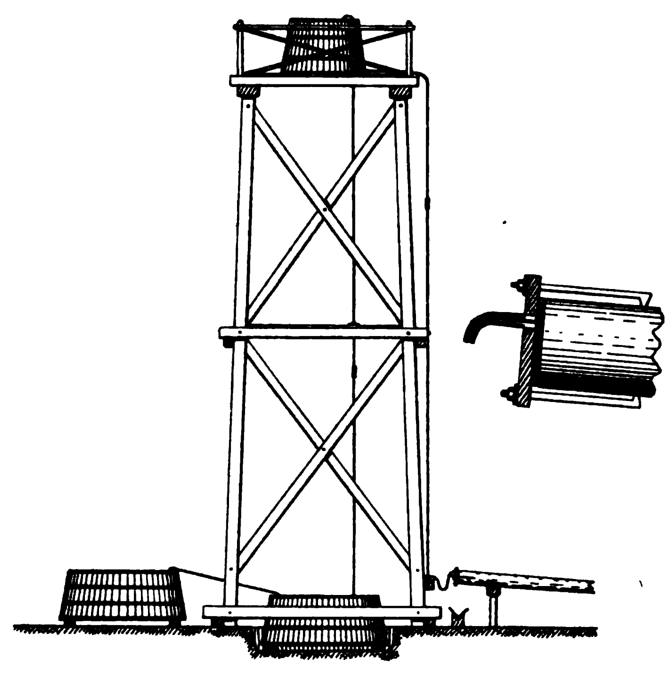


Fig. 500.

und eisenfreies Wasser zur Bereitung der Kupfervitriollösung in hinreichender Menge vorhanden sein. Andererseits muss das Abwasser leicht entfernt werden können.

Stangen-Zubereitungsanstalt.

Zubereitungsanstalt. Die Stangen, welche spätestens 10 Tage nach dem Fällen dem Zubereitungsverfahren unterworfen, andernfalls bis zu dessen Beginn unter Wasser gehalten werden müssen, werden auf einfachen, niedrigen Holzgerüsten derart gelagert, dass sie mit dem Zopfende etwas tiefer liegen als mit dem Stammende. Auf die glatte Schnittfläche des Stammendes wird dicht am Rande eine Hanftrense aufgelegt und gegen diese ein 5 cm starkes Brett mittelst eiserner, durch Schraubengewinde mit Mutter regulierbarer Verschlusshaken angepresst (Fig. 500). In eine konische Durchbohrung des Holzdeckels wird ein durchbohrter Zapfen aus Weissbuchenholz eingedreht. Dieser Zapfen, Pipe genannt, hat einen schwächeren Ansatz zur Befestigung eines Gummischlauchs.

Die Zubereitungsflüssigkeit besteht aus $1^1/_2$ Gewichtsteilen Kupfervitriol auf 100 Gewichtsteile Wasser. Sie wird in einem etwas in die Erde eingegrabenen Holzbottich, Mischbottich genannt, gemischt und durch eine Handpumpe in einen zweiten, auf einem 10 m hohen Holzgerüste stehenden Bottich, den Druckbottich hinaufgepumpt. Bei grösseren Anlagen werden an Stelle der Handpumpen auch durch eine Dampfmaschine getriebene Pulsometer verwendet. Es empfiehlt sich dies insbesondere da, wo die Herbeischaffung des zur Herstellung der Zubereitungsflüssigkeit erforderlichen Wassers die Anlegung eines Pumpwerkes notwendig macht.

Von dem Druckbottich führt senkrecht nach unten ein Rohr, Abfallrohr genannt, das in ein wagerechtes, vor den Stammenden entlang laufendes Rohr mündet. An dem wagerechten Rohre befinden sich zu beiden Seiten in angemessenen Entfernungen durch Hartlot aufgelötete Messingröhrchen von 5 cm Länge und 1,5 cm Weite.

Von letzteren führen Gummischläuche nach den Pipen. Sämtliche Rohranlagen müssen aus Kupfer, Messing oder Blei bestehen; die Verwendung von Eisen ist ausgeschlossen, weil durch dieses die Kupfervitriollösung zersetzt wird.

Es werden meist 500 Stangen gleichzeitig zubereitet; sollen mehr Stangen angelegt werden, so wird ein zweites Gerüst mit einem zweiten Druckbottich aufgestellt.

Die Zubereitung der Stangen geht in der Weise vor sich, dass die Kupfervitriollösung unter dem Drucke einer 10 m hohen Flüssigkeitssäule aus dem Druckbottiche durch das Röhrensystem und die Gummischläuche in den Hohlraum zwischen Verschlussdeckel und Stammende der Stange dringt und von dort das Holz unter Austreibung des Holzsaftes durchsetzt, bis sie am Zopfende wieder ausfliesst. Die Imprägnierung dauert, je nachdem die Witterung feuchter oder trockener ist, sowie nach der Art des Holzes, d. h. nach seiner Dichtigkeit und seinem Harzgehalt 8 bis 14 Tage. Sie ist beendet, wenn das Kupfervitriol die Stange mit Ausnahme des Kernes vollständig durchdrungen hat.

Ein sicheres Erkennungsmittel, ob der Stamm vollständig imprägniert ist, bildet das gelbe Blutlaugensalz. Wird die Hirnfläche des Zopfendes mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalze bestrichen, so entsteht an den Stellen, die mit Kupfervitriol durchsetzt sind, ein rotbrauner Niederschlag von Ferrocyankupfer.

Die aus den Zopfenden abfliessende Flüssigkeit ist ein Gemisch von Holzsaft, Harz, coaguliertem Eiweiss und Kupfervitriollösung; sie darf nicht wieder verwendet werden. Das in der angesammelten Lösung noch enthaltene Kupfer wird durch Hineinlegen von Ringen alten Eisendrahts ausgefällt; das zugleich entstehende Eisenvitriol bleibt in Lösung.

Wo wegen Verunreinigung anderer Gewässer durch die Abwässer der Zubereitungsanstalt Entschädigungsansprüche zu gewärtigen sind, empfiehlt sich die Ausfällung des Kupfers als Kupferhydroxyd durch Kalkmilch. Der hierbei mit entstehende schwefelsaure Kalk ist in Wasser fast unlöslich und lagert sich daher als Bodensatz ab.

Die am Stammende der Hölzer abtropfende Flüssigkeit wird in darunter befindlichen Holzeimern mit Dachpappeneinlage aufgefangen und durch Überleiten über Korbgeflechte oder dünnmaschige Siebe von festen Leinenzeugen gereinigt; sie kann wieder verwendet werden.

Nach Beendigung des Verfahrens werden die Stangen an der Luft langsam getrocknet; damit sie nicht zu schnell trocknen, ist das Entrinden möglichst lange hinauszuschieben. Nach dem Entrinden werden die Stangen am Zopfende dachartig abgeschrägt und auf der Abschrägung mit einem zwei- bis dreimaligen Anstriche von heissem Steinkohlentheere versehen, um das Eindringen der Feuchtigkeit in das Holz am Zopfende zu verhüten. 3 m vom Stammende werden die Stangen mit dem Brennstempel *TV* bezeichnet, darunter werden die beiden letzten Ziffern des Rechnungsjahrs eingebrannt, in welchem die Zubereitung erfolgt ist. Sodann folgt die Bezeichnung *B* für die Imprägnierung mit Kupfervitriol, bez. *BF*, wenn es sich um Fichten handelt. Die aus früherer Zeit in den Linien noch vorhandenen, mit Zinkchlorid, kreosothaltigen Theerölen oder Quecksilbersublimat getränkten Stangen tragen als Unterscheidungsbuchstaben *Z*, *Cr* und *K*.

Die mit Kupfervitriol zubereiteten Stangen haben eine durchschnittliche Dauer von 12—15 Jahren.

2. *Zubereitung mit Zinkchlorid.*

Das Verfahren der Stangenzubereitung mittelst Zinkchlorids beruht darauf, dass der Saft aus dem Holze entfernt, die zurückbleibenden Eiweissbestandteile zum Gerinnen gebracht und die fäulnishindernde Flüssigkeit durch hohen Druck eingepresst wird. Die Zubereitung erfolgt in einem cylinderförmigen Kessel von etwa 12 m Länge und 2,5 m Durchmesser, der an der einen Kopfseite mit einem luftdicht abschliessbaren Deckel versehen ist. Nachdem die geschälten Stangen in den Kessel gebracht sind, wird der Deckel verschlossen und heisser Wasserdampf eingelassen, der nach $^1/_2$ Stunde in dem Kessel eine Temperatur von 100° C. erzeugen soll. Ein am Kessel unten befindlicher Hahn wird solange geöffnet gehalten, bis nach Entweichen der Luft Wasserdampf ausströmt. Sind die Stangen zwei Stunden lang gedämpft, so werden die am Boden niedergeschlagenen wässerigen Bestandteile des Holzes abgelassen. Dann wird die Luft im Kessel mittelst Luftpumpe so verdünnt, dass innerhalb $^1/_2$ Stunde ein Barometerstand von 523 mm erreicht ist. Diese Verdünnung wird eine weitere halbe Stunde unterhalten. Hierauf wird die Zinkchloridlösung, welche am Beaumé schen Aräometer 3° zeigen muss, in den Kessel eingeführt und eine Stunde lang unter 7 Atmosphären Druck gehalten. Die Flüssigkeit hat dann alle Poren und Zellen des Holzes durchtränkt.

Da Zinkchloridlösung farblos ist und man dem Holze nicht ansieht, ob es vollkommen durchtränkt ist, nimmt man eine chemische Prüfung in der Weise vor, dass man eine vom Zopf- oder Stammende abgeschnittene Scheibe in Schwefelammonium legt, dann mit Essigsäure abwäscht und hierauf mit einer Lösung von salpetersaurem Bleioxyd bestreicht. Es bildet sich Schwefelblei, welches das Holz schwarz färbt.

Die mit Zinkchlorid getränkten Stangen halten sich 8—12 Jahre.

3. *Zubereitung mit kreosothaltigem Theeröl.*

Das Verfahren unterscheidet sich von dem vorigen wesentlich nur dadurch, dass die Hölzer nicht in Kesseln gedämpft, sondern in stark ge-

mauerten Gewölben gedörrt werden. Die Erhitzung erfolgt durch Einführung heisser Luft. Nachdem die Wärme allmählich, in etwa $1^1/_2$ bis 2 Stunden auf mindestens 100° C. gebracht ist, wird das dem Holze entzogene Wasser abgelassen. Sind die Stangen nach 6 bis 8 Stunden vollständig ausgetrocknet, so werden sie mit den eisernen Wagen, auf welchen sie liegen, gewogen und in den eigentlichen Zubereitungskessel gebracht. Hierauf wird das auf 50° C. vorgewärmte Theeröl mit 7 Atmosphären Druck solange in die Hölzer gepresst, bis 1 cbm Holz 300 kg Theeröl aufgenommen hat. Die so behandelten Stangen haben eine Dauer von 20 bis 30 Jahren.

4. Zubereitung mit Quecksilbersublimat, Kyanisierung.

Sie erfolgt einfach in der Weise, dass die Stangen in grossen Behältern 10 bis 14 Tage lang in eine Lösung von 1 Teil Quecksilbersublimat auf 100 bis 150 Teile Wasser gelegt werden. Der Erfolg des Verfahrens beruht auf der sehr hohen fäulnishindernden Wirkung des Sublimats. Die Schnittfläche eines zubereiteten Stammes zeigt bei Bestreichung mit Schwefelammonium eine dunkle Färbung. Das Verfahren findet wegen der damit für die Gesundheit der Arbeiter verbundenen Gefahr nur noch selten Anwendung. Die mit Sublimat getränkten Stangen halten sich 9 bis 10 Jahre lang.

Abmessungen von Holzstangen und Bedarfssätze.

Abmessungen. Die Längen der gewöhnlich zur Verwendung kommenden Stangen sind 7 m, 8,5 m, 10 m und 12 m. Die Zopfstärke beträgt 12 oder 15 cm.

An Eisenbahnen werden für gewöhnlich 7 m lange Stangen mit 15 cm Zopfstärke, an Landstrassen solche von 8,5 m Länge verwendet. Die 10 und 12 m langen Stangen dienen für Wegeüberschreitungen u. s. w. Die schwächeren Stangen kommen für Nebenlinien und gering belastete Fernsprechanschlusslinien zur Verwendung.

Bedarfssätze. Für Hauptlinien ist als gewöhnlicher Stangenabstand auf gerader Strecke eine Länge von 75 m anzunehmen, für Nebenlinien ein Abstand bis zu 100 m. Für Fernsprech-Verbindungsanlagen betragen die Stangenabstände durchschnittlich 60 m. Es werden also, gerade Strecke vorausgesetzt, für 1 km gebraucht bei:

Fernsprech-Verbindungsanlagen 16 bis 17 Stück,
Nebenlinien , ... 10 Stück,
den übrigen Anlagen . . . . 13 bis 14 Stück.

2. Eiserne Stangen und Stützen.

Allgemeines. Die Eisenmaterialien müssen aus dem besten Schmiede- bezw. Gusseisen, die Stahlmaterialien aus dem besten schmiedbaren Stahle hergestellt sein.

Die fertigen Stücke dürfen an den Kanten keine Risse, Brüche, Abblätterungen oder sonstige fehlerhafte Stellen zeigen; insbesondere dürfen zu den Rohrständern nur völlig fehlerfreie Rohrstücke verwendet werden. Die einzelnen Gegenstände müssen in sauberer Arbeit ausgeführt, alle Schrauben-

gewinde scharf, gleichmässig und in entsprechender Tiefe eingeschnitten sein. Bei den Rohrständerteilen ist darauf zu achten, dass die Wandstärke an den Gewindeteilen der Rohre nur in dem durch die Gangtiefe der Gewinde bedingten Umfange vermindert worden ist. Die Schellen zur Befestigung der Rohrständer sowie die Ankerschellen und Ziehbänder müssen eine dem Rohrständerdurchmesser genau entsprechende Weite haben. Sämtliche Schraubenbolzen müssen mit fest ansitzenden und entsprechend grossen Köpfen sowie mit starken Muttern versehen sein. Vor ihrer Verwendung sind sämtliche Eisen- und Stahlmaterialien — mit Ausnahme der Schraubengewinde — mit einem dauerhaften Anstriche von einem guten Rostschutzmittel, wie Diamantfarbe, Asphaltlack u. s. w. zu überziehen.

Eiserne Telegraphenstangen.

Eiserne Telegraphenstangen. Eiserne Telegraphenstangen werden im allgemeinen nur streckenweise verwendet, z. B. in grösseren Städten oder an solchen Punkten, wo die Telegraphenanlage mit Rücksicht auf die Umgebung ein gefälligeres Aussehen erhalten soll. Sie kommen ferner da zur Anwendung, wo es an Raum zur Aufstellung der stärkeren Holzstangen fehlt, oder wo nach Lage der Bodenbeschaffenheit und der sonstigen örtlichen Verhältnisse die Verwendung eiserner Stangen trotz des höheren Preises vorteilhafter ist als die Benutzung der dem Verderben leichter ausgesetzten Holzstangen.

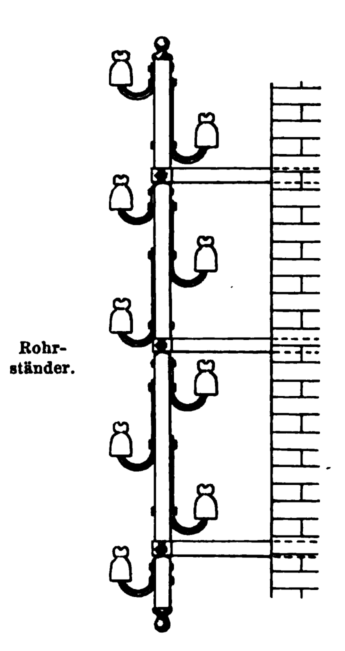


Fig. 501.

Zu eisernen Telegraphenstangen können die Rohrständer für Stadt-Fernsprecheinrichtungen benutzt werden.

Rohrständer.

Rohrständer. Auf den Gebäuden kommen als Stützpunkte für Stadt-Fernsprechleitungen zumeist Rohrständer zur Aufstellung. Sie werden aus schmiedeeisernen Rohren von 5 mm Wandstärke gefertigt und bestehen aus Unterteil und Oberteil.

Der Rohrständerunterteil, welcher am Gebäude zu befestigen ist, hat einen Durchmesser von 75 mm, der Oberteil, der zur Aufnahme der Querträger dient, einen solchen von 67 mm. Die Zusammensetzung beider Teile erfolgt in der Weise, dass in das untere Rohrstück ein Muttergewinde mit einer Gangtiefe von 1 mm eingeschnitten und in dieses der mit einem passenden Schraubengewinde versehene Oberteil etwa 100 mm tief eingeschraubt wird. Das Muttergewinde im Unterteile beginnt 50 mm unterhalb des oberen Randes; das über dem Gewinde befindliche 50 mm lange gewindefreie Rohrstück ist dem äusseren Durchmesser des Oberteils entsprechend von 65 auf 67 mm erweitert.

Die Länge der Rohrständerteile richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, insbesondere nach der Konstruktion der Dächer, sowie nach der Zahl der an dem Gestänge anzubringenden Leitungen. Der Oberteil muss so lang sein, dass er sämtliche Querträger aufnehmen kann. Gewöhnlich erhalten die Unterteile eine Länge von 2 oder 3 m und die Oberteile eine solche von 2 bis 5 m.

Das freie Ende des Oberteils wird des besseren Aussehens wegen und zur Verhütung des Eindringens von Regenwasser durch einen gusseisernen Verschlussknopf abgeschlossen.

Mauerbügel. Sie werden an Stelle von Holzstangen verwendet, wenn es zu deren Aufstellung an Raum fehlt und die Isoliervorrichtungen daher an Mauerwerk, Felswänden, Brückengeländern etc. angebracht werden müssen. Als Material dient vorzugsweise Schmiedeeisen und zwar Flacheisen von 1 cm Stärke und 4 cm Breite. Für das die Isolatoren tragende senkrechte Bügelstück kommt ein schmiedeeisernes Rohr von 3 bis 4 cm Durchmesser zur Verwendung. Fig. 501 veranschaulicht die gebräuchlichste Form des Mauerbügels.

Mauerbügel.

Querträger. Die Querträger sind aus Schmiedeeisen gefertigt und bestehen aus je 2 Flacheisenschienen von verschiedenen Abmessungen, die durch Niete aus 10 mm starkem Rundeisen mit vorgearbeitetem Kopfe miteinander verbunden und durch Flacheisenringe von 5 mm Stärke, welche die Niete umgeben, in dem vorgeschriebenen Abstande voneinander gehalten werden. Die Befestigung der Querträger an den Gestängen erfolgt durch Ziehbänder und Vorlegeplatten.

Querträger.

Die gebräuchlichsten Querträger sind:

1. Querträger zu 4 und 8 Leitungen für Telegraphenleitungen an Holzstangen mit Isoliervorrichtungen No. I

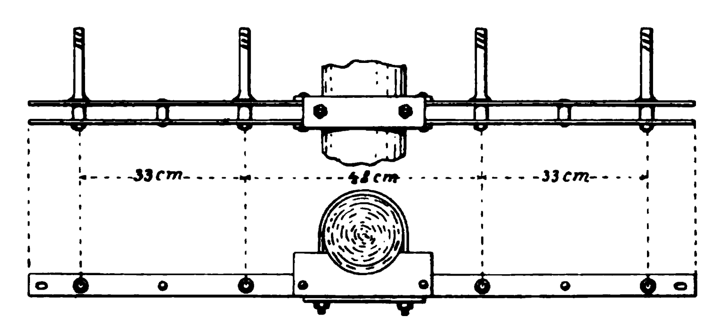


Fig. 502.

(Fig. 502). Die Querträger zu 4 Leitungen kommen zur Verwendung, wenn an Holzstangen mehr Leitungen angebracht werden müssen, als unter Verwendung von Schraubenstützen geschehen kann, oder wenn die Leitungen bei Wegeüberschreitungen höher geführt werden müssen, als dies mittelst der Schraubenstützengruppierung möglich ist.

Die Flacheisenschienen haben eine Breite von 50 mm und eine Stärke von 10 mm.

Die zur Aufnahme der Isolatorstützen bestimmten Löcher haben in der oberen Flacheisenschiene ovale Form. Dementsprechend ist auch der Teil der Isolatorstütze, welcher in die obere Querträgerschiene kommt, oval geformt. Hierdurch wird eine etwaige Drehung der Stütze verhindert und ein später etwa notwendig werdendes Abschrauben erleichtert. Die Löcher in der unteren Querträgerschiene und der entsprechende Teil der Stütze sind kreisrund.

Zur sicheren Befestigung der Querträger an den Holzstangen sind an die äusseren Flächen der Querträgerschienen zwei Flacheisenstücke genietet und an der einen, über die Schienen vorstehenden Seite mit Ausschnitten versehen, die der Rundung der Stange entsprechen.

Die zur Befestigung der Querträger an den Stangen dienenden Ziehbänder bestehen aus Flacheisen, das an beiden Enden auf eine genügende

Länge in Rundeisen umgeschmiedet und mit je einem Schraubengewinde versehen ist. Zu jedem Ziehbande gehört eine Vorlegeplatte aus Flacheisen mit zwei ovalen Löchern, die ohne Änderung für Ziehbänder verschiedener Weite benutzt werden kann.

Die Querträger zu 8 Leitungen, welche für Doppelgestänge verwendet werden, haben 2 Ziehbänder, jedoch keine aufgenieteten Flacheisenstücke, da die Querträger durch die Befestigung an zwei Stangen in ihrer Lage genügend festgehalten werden.

2. Querträger zu 4 Leitungen für Fernsprech-Verbindungsleitungen an Holzgestängen mit Isoliervorrichtungen No. I. Diese Querträger unterscheiden sich von den Querträgern für Telegraphenzwecke dadurch, dass sie aus schwächerem Eisen hergestellt sind, und die Isoliervorrichtungen einen geringeren Abstand voneinander haben.

3. Querträger zu 4 Leitungen für Fernsprech-Verbindungsleitungen an eisernen Dachgestängen mit Isoliervorrichtungen No. II. Sie sind noch schwächer konstruiert, als die unter 2. aufgeführten Querträger, haben aber sonst dieselbe Einrichtung. Die Befestigung der Querträger an den Rohrständeroberteilen erfolgt mittelst entsprechend

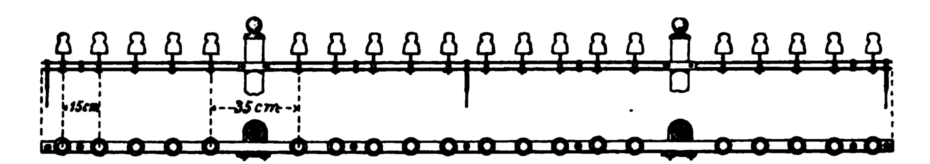


Fig. 503.

starker, hufeisenförmig nach einem Halbmesser von 33,5 mm gleichmässig gebogener Ziehbänder und Vorlegeplatten aus Flacheisen. Die Schenkel der Ziehbänder laufen in Schrauben mit Muttern aus.

4. Querträger für 6, 20 und 30 Fernsprech-Anschlussleitungen an eisernen Dachgestängen mit Isoliervorrichtungen No. III. Die Querträger bestehen aus Flacheisenschienen von 35 mm Breite und 7 mm Stärke; der Abstand der Innenflächen der Schienen beträgt 20 mm. Im übrigen entsprechen sie der Einrichtung der Querträger für Telegraphen- und Fernsprechverbindungs-Leitungen. Ein Querträger zu 20 Leitungen wird durch Fig. 503 veranschaulicht. Bei den Querträgern zu 20 und 30 Leitungen werden an den Enden und in der Mitte zwischen 2 Rohrständern sämtliche Träger eines Gestänges durch Versteifungsbolzen aus 10 mm starkem Rundeisen mit angeschraubtem Kopfe und Schraubengewinde mit Mutter fest miteinander verbunden. Zwischen den Querträgerschienen und den Querträgern selbst werden die Versteifungsbolzen mit schmiedeeisernen Gasrohrstücken umgeben, um die vorgeschriebenen Abstände der Schienen und Träger voneinander zu wahren.

5. Querträger für 6 und 20 Fernsprech-Anschlussleitungen an Holzgestängen mit Isoliervorrichtungen No. III. Sie sind etwas stärker konstruiert als die gleichartigen Querträger für eiserne Dachgestänge. Die Vorlegeplatten sind mit ovalen Löchern für die Schenkel der Ziehbänder versehen, damit sie für Ziehbänder verschiedener Weite verwendet werden können.

6. Querträger zu 2 Leitungen kommen zur Vermittelung des Abganges einzelner Fernsprech-Anschlussleitungen von den mit Querträgern zu 6, 20 und 30 Isolatoren ausgerüsteten Gestängen, sowie für Fernsprech-Verbindungsleitungen an eisernen Gestängen oder eisernen Stangenaufsätzen, wenn nicht mehr als zwei Doppelleitungen anzubringen sind, zur Verwendung. Ihre Einrichtung entspricht derjenigen der Querträger zu 6 Anschlussleitungen bez. 4 Verbindungsleitungen; sie werden also auch mit Isoliervorrichtungen No. III oder II ausgerüstet.

7. Querträger zu 4 Leitungen besonderer Form mit 2 geraden und 2 *U*-förmigen Stützen (Fig. 504 u. 505). Diese Querträger werden für alle neuen oder umzubauenden Linien mit Fernsprech-Doppelleitungen in den Fällen benutzt, in welchen die örtlichen Verhältnisse die Verwendung von Querträgern zweckmässiger als die Ausrüstung mit *J*-förmigen Doppelstützen (vgl. Fig. 509 u. 510) erscheinen lassen.

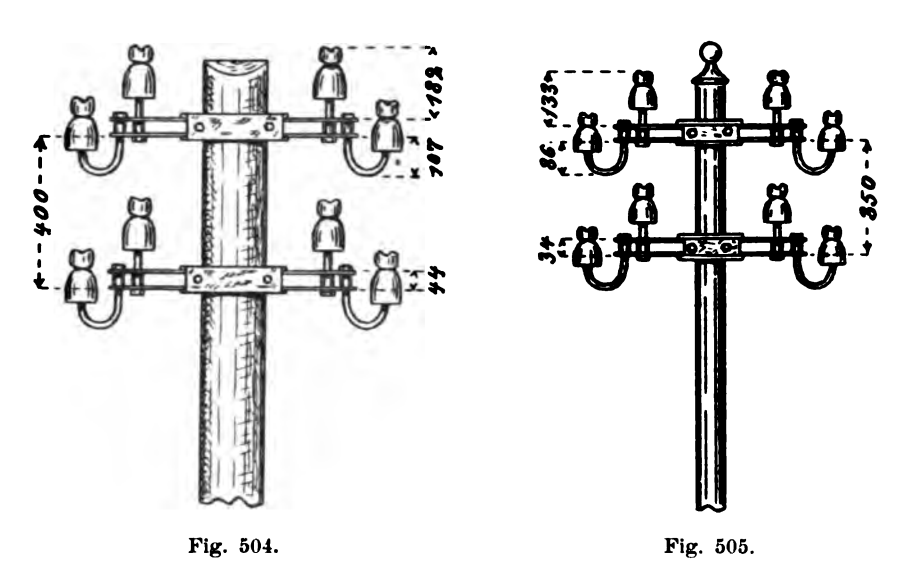


Fig. 504. Fig. 505.

Die Querträger dieser Form sind leichter und lassen sich besser handhaben und dauerhafter befestigen als die älterer Form; sie sitzen infolge ihrer geringen Länge stets wagerecht an den Stangen, auch wenn sie mit Leitungen verschiedener Stärke besetzt sind. Ferner gestattet die geringere Ausladung der Querträger, die Leitungen in einem wesentlich engeren Raume durch Baumpflanzungen hindurchzuführen.

Abmessungen: a. Querträger für Holzgetsänge (Fig. 504). — Länge jeder Flacheisenschiene 65 cm, Breite 4 cm, Stärke 0,7 cm; Entfernung der beiden Schienen voneinander 3 cm. Ausrüstung mit geraden und *U*-förmigen Stützen No. I.

b. Querträger für eiserne Gestänge (Fig. 505). — Länge jeder Flacheisenschiene 50 cm, Breite 4 cm, Stärke 0,7 cm; Entfernung der beiden Schienen voneinander 2 cm. Ausrüstung mit geraden und *U*-förmigen Stützen No. II.

c. Querträger für eiserne Aufsatzstücke an Holzgestängen. — Länge jeder Flacheisenschiene 50 cm, Breite 4 cm, Stärke 0,7 cm; Entfernung der beiden Schienen voneinander 3 cm. Ausrüstung mit geraden und *U*-förmigen Stützen No. I.

Die Stützen sind so angeordnet, dass die beiden Drähte einer Doppelleitung in eine gegen die Horizontale um 45° geneigte Ebene zu liegen kommen.

8. Querträger Kronenbergscher Bauart. Diese Querträger bestehen aus einer]-förmig gewalzten Eisenschiene, die bei den Querträgern für einfache Holzgestänge mit einer segmentförmigen Einbiegung in der Mitte versehen ist. In den Flanschen sind zur Aufnahme der Isolatorstützen schlüssellochförmige und im Stege zur Aufnahme der Ziehbänder ovale Öffnungen angebracht.

Die Isolatorstützen weichen von den für die übrigen Querträger gebräuchlichen nur insofern ab, als ihr unterer Teil ohne Gewinde und Mutter

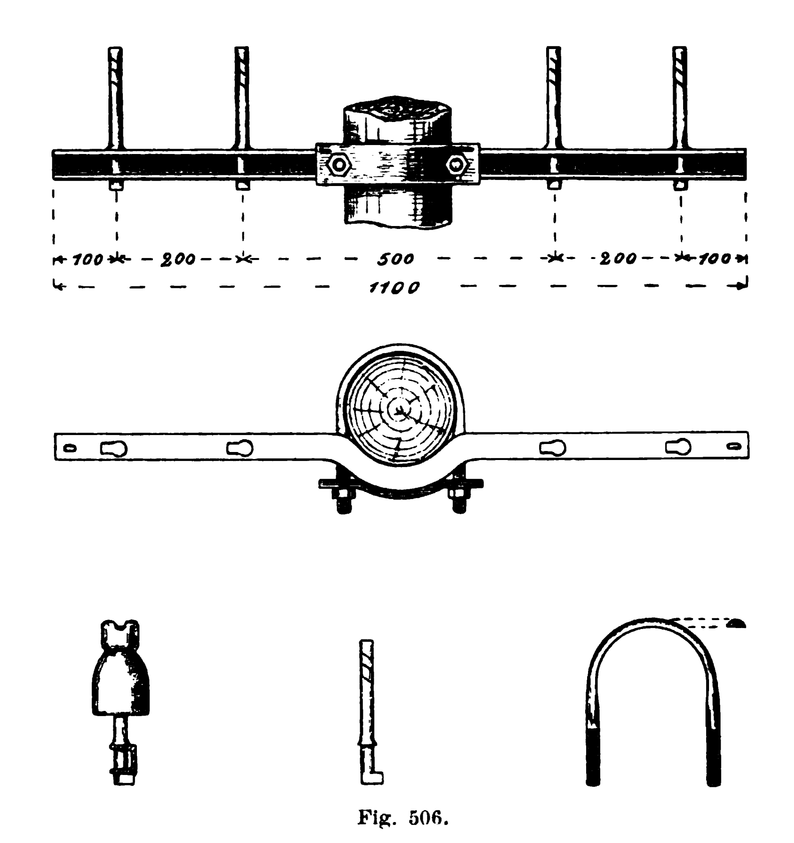


Fig. 506.

und dafür zur Befestigung mit einem seitlich vorspringenden viereckigen Ansatz mit schief verlaufender oberer Fläche versehen ist. Die Isolatorstützen werden durch die Öffnungen der Flanschen in die Querträger eingesetzt und mit einem besonders geformten Schlüssel fest nach der Seite gedreht. Bei einer Viertelumdrehung presst sich die schiefe obere Fläche des Ansatzes der Stütze so fest an die untere ebenfalls etwas schief verlaufende Fläche des Querträgers, dass die Stütze unmittelbar festsitzt. Die Ziehbänder zur Befestigung dieser Querträger bestehen aus 20 mm starkem Rundeisen und sind, soweit sie am Stützpunkt anliegen, halbrund geschmiedet.

Die Querträger besitzen, obgleich sie leichter als die bisher gebräuchlichen sind, eine so hohe Tragfähigkeit, dass Versteifungsschienen entbehrlich sind.

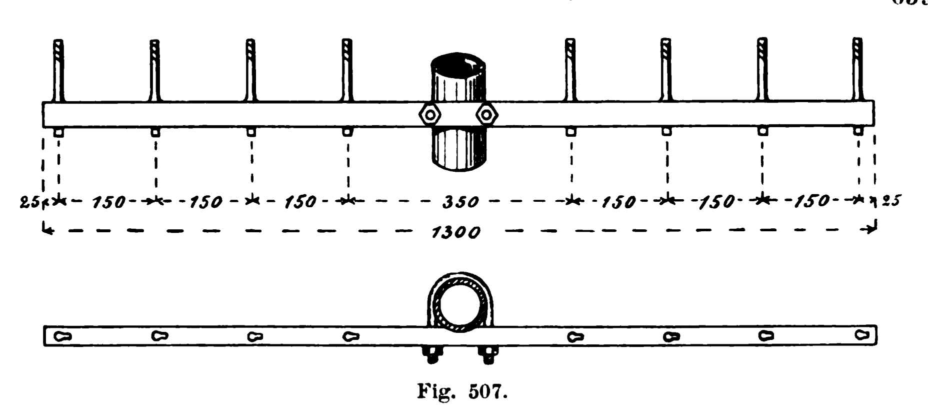


Fig. 507.

Fig. 506 veranschaulicht einen Querträger zu 4 Fernsprechleitungen für Holzgestänge mit Stützen No. I und Fig. 507 einen solchen zu 8 Fernsprechleitungen für eiserne Gestänge mit Stützen No. III. Ausserdem sind noch Querträger zu 8 Telegraphenleitungen, sowie Querträger zu 6, 12 und 16 Fernsprechleitungen im Gebrauch.

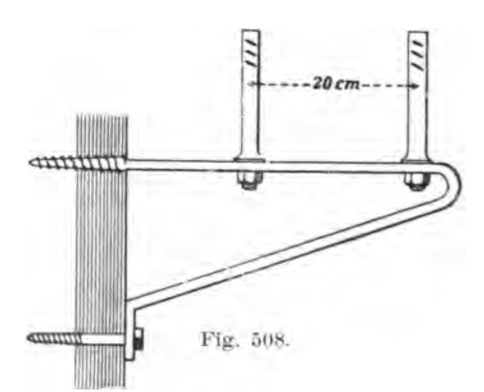


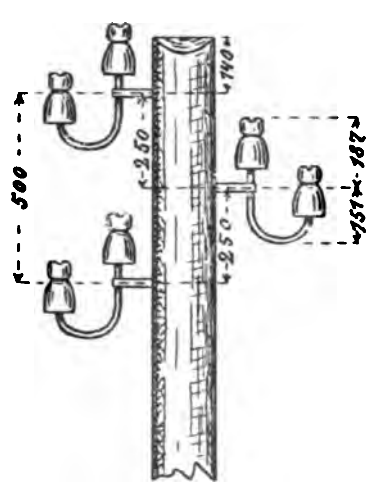
Fig. 508.

Doppelwinkelstützen.

D o p p e l w i n k e l s t ü t z e n. Sie dienten früher vielfach zum Anbringen von Fernsprechverbindungs - Doppelleitungen an Holzgestängen; jetzt kommt man von ihrer Verwendung allgemein zurück. Fig. 508 veranschaulicht die Einrichtung der schmiedeeisernen Doppelwinkelstütze, welche mit Isoliervorrichtungen Nr. I auszurüsten ist.

J-förmige Doppelstützen.

J - f ö r m i g e D o p p e l s t ü t z e n werden zur Befestigung von Fernsprech-Doppelleitungen an Holzgestängen, eisernen Aufsatzstücken an Holzgestängen und an eisernem Gestänge benutzt. Für Holzgestänge (Fig. 509) und Stangenaufsätze kommen Doppelstützen No. I, für eisernes Gestänge (Fig. 510)



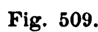


Fig. 509.

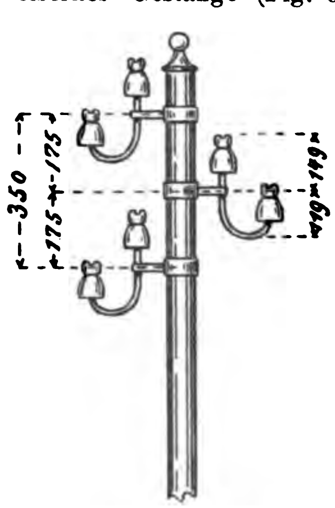


Fig. 510.

Doppelstützen Nr. II zur Anwendung. Die Stützen werden aus Rundeisen (Schmiedeeisen) angefertigt, zur Befestigung derselben an Holzgestänge dient ein Eisenbolzen mit Holzschraubengewinde, an Stangenaufsätzen und eisernen Gestängen ein Eisenbolzen mit Schelleisen.

Abmessungen: Stützen *I.* Durchmesser des Rundeisens 2 cm, Länge der Stütze vom Scheitel bis zum oberen Ende 31 cm, horizontale Entfernung der beiden Stützenarme von Mitte zu Mitte 15 cm, Entfernung des oberen Stützenendes von dem Befestigungsbolzen 15 cm.

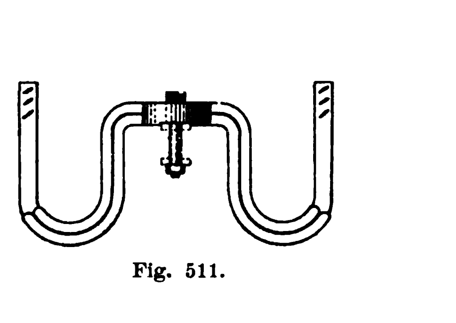


Fig. 511.

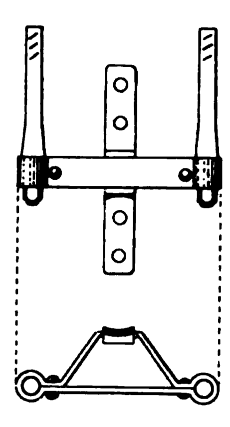


Fig. 512.

Stützen *II.* — Durchmesser des Rundeisens 1,6 cm, Länge der Stütze vom Scheitel bis zum oberen Ende 25 cm, horizontale Entfernung der beiden Stützenarme von Mitte zu Mitte 12 cm, Entfernung des oberen Stützenendes von dem Befestigungsbolzen 12 cm.

Bei diesen Abmessungen kommen die beiden Drähte einer Doppelleitung in eine gegen die horizontale um 45⁰ geneigte Ebene zu liegen.

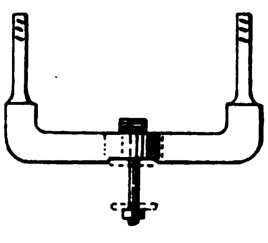


Fig. 513.

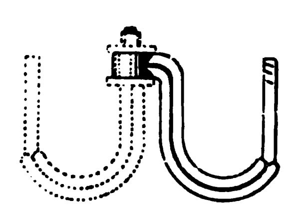


Fig. 514.

Unter-suchungs- und Ab-zweigungs-konsole.

Untersuchungs- und Abzweigungskonsole. Für die mit Querträgern und Winkelstützen ausgerüsteten Gestänge gelangen Konsole aus Stahl (Fig. 511) und für die mit Schraubenstützen ausgerüsteten Gestänge Konsole aus Schmiedeeisen (Fig. 512) mit geraden stählernen Stützen zur Verwendung.

Zur Abzweigung von Fernsprech-Anschlussleitungen dienen ausser den bereits erwähnten Querträgern zu 2 Leitungen noch besondere kleine Stahlkonsole von der durch Fig. 513 veranschaulichten Form, oder eine Kombination aus einer *U*-förmigen Stütze und einer hakenförmigen Schraubenstütze,

deren Befestigungsende nicht schraubenförmig, sondern ringförmig gestaltet ist (Fig. 514). Durch Anziehen der Schraubenmutter der *U*-förmigen Stütze wird sowohl diese, als auch die zweite Stütze unwandelbar festgelegt.

3. Isoliervorrichtungen.

Porzellan-Doppelglocken.

Porzellan-Doppelglocken. Als Isoliervorrichtung wird die Porzellandoppelglocke auf hakenförmiger Schraubenstütze, auf gerader oder auf *U*-förmiger Stütze benutzt. Die Verbindung der Glocke mit der Stütze erfolgt durch Aufdrehen der Glocke auf das betreffende Ende der Stütze, das mit in Leinölfirniss getauchtem Hanf umwickelt ist.

Das Porzellan der Doppelglocken muss einen muscheligen, feinkörnigen, glänzenden Bruch — ohne irgend welche Hohlräume im Innern — zeigen, es muss ferner vollständig weiss sein, und es darf weder im Innern noch im Äussern Risse haben. Die Glasur muss die ganze innere und äussere Oberfläche der äusseren Glocke und des inneren Cylinders — mit Ausnahme des unteren Randes der äusseren Glocke — vollständig und zusammenhängend bedecken. Sie muss ganz weiss sein und darf keine Blasen oder schwarzen Punkte zeigen. Doppelglocken und Stützen werden in folgenden Grössen hergestellt:

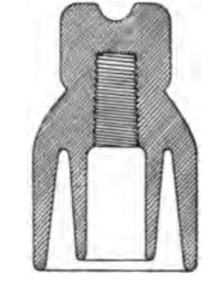


Fig. 515.

1. Isoliervorrichtungen No. I (Doppelglocken No. I auf Stützen No. I); sie kommen für 4 mm, 5 mm und 6 mm starke Eisendrahtleitungen, sowie für 2 mm, 3 mm, 4 mm und stärkere Doppelmetalldraht- oder Bronzedrahtleitungen zur Verwendung.

2. Isoliervorrichtungen No. II (Doppelglocken No. II auf Stützen Nr. II) dienen zur Befestigung der 3 mm starken Eisendrahtleitungen der Nebenlinien, ferner zur Führung von 2 mm, 3 mm und 4 mm starken Doppelmetalldraht- oder Bronzedrahtleitungen sowie von Eisendrahtleitungen an eisernen Dachgestängen.

3. Isoliervorrichtungen No. III (Doppelglocken No. III auf Stützen No. III) sind für 1,5 mm starke Bronzedrahtleitungen, sowie für leichte Eisenleitung bei Amtseinführungen und Überführungssäulen oder Überführungskasten zu verwenden.

4. Doppelglocken No. IV zu zwei Stück auf einem Eisenbügel besonderer Form; die Konstruktion, welche mitten im Stangenfelde zwischen die beiden Drähte von Fernsprechdoppelleitungen geschaltet wird, soll Berührungen der Drähte verhindern.

Die Porzellan-Doppelglocken haben die in Fig. 515 angegebene Form. Die Höhe der Doppelglocke No. I beträgt 14,1 cm, der Doppelglocke No. II 10 cm, der Doppelglocke Nr. III 8 cm und der Doppelglocke No. IV 7,4 cm. Bei den Doppelglocken No. III und IV fehlt das obere Drahtlager; sie sind oben glatt.

Die Porzellan-Doppelglocke ist die beste bisher zur Verwendung gelangte Form von Isolatoren für Telegraphen- und Fernsprechleitungen. Die tiefe doppelte Unterschneidung verlängert die schädliche Feuchtigkeitsschicht, falls sich eine solche auf der Oberfläche des Isolators bis zur Stütze bilden

sollte, so erheblich und vergrössert dadurch ihren Widerstand so bedeutend, dass sie viel an nachteiliger Wirkung verliert. Für gewöhnlich ist jedoch die innere Höhlung nicht nur vollständig vor dem Eindringen des Regens und des Nebels gesichert, sondern auch vor Thaubildung geschützt, da der äussere Mantel die Wärmeausstrahlung der inneren Glocke bei sinkender Temperatur so verzögert, dass sich keine Feuchtigkeit aus der Luftschicht der inneren Höhlung abscheiden kann.

Herstellung d. Porzellan-Doppelglocken.

Herstellung der Porzellan-Doppelglocken. — Als Material für Doppelglocken hat sich Porzellan am besten geeignet erwiesen, weil es sehr wetterbeständig ist und vorzüglich isoliert.

Porzellanerde (Kaolin) ist eine weisse Thonerde (Aluminiumsilikat), die aus der allmählich vorgeschrittenen Zersetzung von Feldspat entstanden ist. Sie wird durch Schlemmen in grossen Trommeln von Sand und anderen Beimengungen gereinigt. Der gereinigten Thonerde, die allein nicht schmelzbar ist, setzt man als Flussmittel Feldspat zu, der als fein gemahlener Staub mit dem Thon unter Wasserzusatz innig ver-

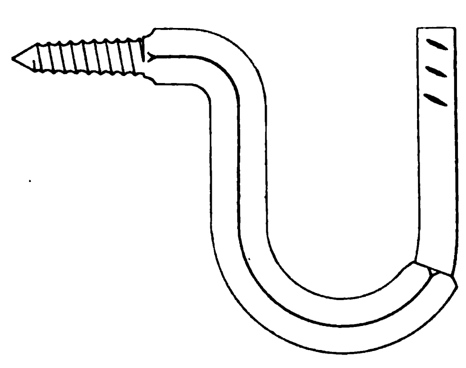


Fig. 516.

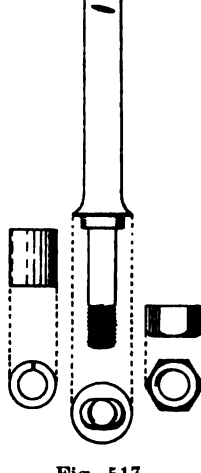


Fig. 517.

mengt wird. Nachdem man aus der flüssigen Masse das Wasser ausgepresst hat, ist der rückständige Thon zum Formen der Isolatoren gebrauchsfertig.

Bei der Herstellung einer Doppelglocke wird sowohl die äussere Glocke wie auch der innere Cylinder je für sich geformt. Als Form für die äussere Glocke dient eine Gipsmatrize, deren Höhlung der äusseren Gestalt der Glocke entspricht. In diese Form wird die plastische Thonmasse hineingebracht und mittelst eines Stempels, welcher die Form des inneren Raumes der Glocke hat, eingepresst. Die hierbei oben über die Form herausquellende Masse wird mittelst eines Drahtes abgeschnitten. Hierauf wird das Gewinde in den Kopf eingeschnitten und der innere Cylinder in der Glocke mittelst eines dünnen Breies von Porzellanerde befestigt.

Die geformten Doppelglocken werden nun einige Wochen hindurch langsam getrocknet und dann unter allmählicher Steigerung der Hitze bei Rotglut gebrannt. Je nach der Beschaffenheit der Thonerde schwindet die Masse mehr oder weniger; dementsprechend muss auch die Grösse der Gipsform bemessen sein. Sodann werden die gebrannten Isolatoren, welche noch porös sind, in eine Glasurbrühe getaucht, die aus Wasser besteht, in welchem feingeschlemmter Feldspat enthalten ist. Ist die Glasurbrühe eingetrocknet,

so werden die Isolatoren in feuerfeste Thonkapseln gestellt und im Porzellanofen bei Weissglut gebrannt. Bei diesem Brande schmilzt die Glasurmasse und bildet auf den Isolatoren eine glatte, glänzende Oberfläche. Von dem unteren Rande der Isolatoren wird vor dem Brennen die Glasurbrühe abgewischt, weil sonst die Isolatoren beim Brennen mit der Unterlage zusammenschmelzen würden. Nach dem Brennen lässt man den Ofen sehr langsam abkühlen, um Risse in der Glasur zu verhüten.

Haken-förmige Stützen.

Hakenförmige Stützen. Hakenförmige Schraubenstützen Nr. I (Fig. 516). Sie werden aus quadratischem Schmiedeeisen von 20 mm Stärke in der Weise gefertigt, dass mittelst einer Dampfscheere von Eisenstangen mit quadratischem Querschnitte Stücke von der erforderlichen Länge abgeschnitten werden. Diese Stücke werden in einem Glühofen glühend gemacht, dann gebogen und zur Herstellung des runden, für die Aufnahme des Isolators bestimmten Teiles auf 13 cm durch eine Ziehmaschine gezogen. An dem runden Teile werden Kerben eingepresst, welche zur besseren Befestigung der Hanfumwicklung dienen. Zuletzt wird noch das 7 cm lange Holzschraubengewinde angeschnitten.

Hakenförmige Schraubenstützen No. II bestehen ebenfalls aus quadratischem Schmiedeeisen, sind aber nur 16 mm stark. Der runde Teil ist 9,5 cm, das Schraubengewinde 7 cm lang.

Hakenförmige Schraubenstützen No. III werden aus 12 mm im Quadrat starken Stahle gefertigt. Das runde Ende hat eine Länge von 8 cm, das Holzschraubengewinde eine solche von 6 cm.

Fig. 518.

Gerade Stützen.

Gerade Stützen. Gerade Stützen No. I und II (Fig. 517) haben dieselbe Stärke wie die entsprechenden hakenförmigen Schraubenstützen. Sie werden meist aus Schmiedeeisen gefertigt, aus Stahl dann, wenn sie, wie bei Untersuchungs- oder Abspannkonsolen, starken Zug auszuhalten haben. Das untere, zur Befestigung auf dem Querträger u. s. w. dienende Ende ist mit Schraubengewinde und Mutter versehen. Die Länge der Stützen beträgt je nach der Verwendung für Winkelstützen oder Querträger 19,2 bez. 22,5 cm bei geraden Stützen I und 17,9 cm bei solchen No. II.

Gerade Stützen No. III. Sie werden in einer Stärke von 10 mm aus Stahl gefertigt; ihre Länge beträgt 14,4 cm. Um bei der Befestigung von geraden Stützen auf Querträgern ein Zusammendrücken der Querträgerschienen zu verhüten, wird der cylindrische Teil jeder Stütze zwischen den beiden Schienen mit einem Ringe aus Flacheisen, wie solche für die Niete der Querträger verwendet werden, umkleidet.

U-förmige Stützen.

U-förmige Stützen. — U-förmige Stützen No. I und No. II (Fig. 518). Die Stützen No. I werden gewöhnlich aus Schmiedeeisen, die Stützen No. II dagegen je nach der voraussichtlichen Beanspruchung aus Schmiedeeisen oder Stahl gefertigt; ihre Stärke ist dieselbe wie die der entsprechenden Schraubenstützen. Das nicht zur Aufnahme des Isolators be-

stimmte Ende ist bei den Stützen, welche an Querträgern befestigt werden, mit Schraubengewinde und Mutter versehen. U-förmige Stützen, welche an eisernen Stangen oder Mauerbügeln zu befestigen sind (s. Fig. 501), erhalten verlängerte, flach ausgearbeitete Befestigungslaschen.

U-förmige Stützen No. III werden aus 12 mm im Quadrat starkem Stahle gefertigt; sie dienen hauptsächlich zur Abspannung von Stadt-Fernsprechleitungen.

Einschiebe-Stützen.

Einschiebestützen. Einschiebestützen No. II und No. III werden meist bei seitlichem Drahtzug an Stelle von U-förmigen Stützen zur Abspannung von Leitungen benutzt. Es sind aus Draht gefertigte hakenförmige Schraubenstützen, welche an Stelle des Holzschraubengewindes eine Schraube mit Mutter haben. Bei Anwendung dieser Stützen ist vor und hinter dem Querträger an derjenigen Stelle, an welcher die Stütze eingesetzt werden soll, je eine quadratische, mit Durchbohrung für die Stütze versehene Eisenplatte anzulegen. Durch Anziehen der Schraubenmutter der Stütze werden die beiden Platten mit der Stütze unwandelbar fest gegen den Querträger gepresst.

4. Leitungsdraht.

Eisendraht.

Eisendraht. Verzinkter Eisendraht von 6 mm, 5 mm, 4 mm oder 3 mm Stärke wird zur Herstellung von Telegraphen- und Fernsprechleitungen für den allgemeinen Verkehr benutzt, und zwar 5 mm (in Ausnahmefällen 6 mm) starker Draht für die internationalen Leitungen oder die Leitungen des grossen inländischen Verkehrs, 4 mm starker Draht für die übrigen Leitungen der Hauptlinien und 3 mm starker Draht für die Leitungen der Nebenlinien, auch wenn streckenweise das Gestänge einer Hauptlinie mitbenutzt wird.

Als Bindedraht wird 2 mm starker und als Wickeldraht 1,7 mm starker verzinkter Eisendraht benutzt.

Bronzedraht.

Bronzedraht. Bronzedraht von 1,5 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm und grösserer Stärke, unter Umständen auch Doppelbronzedraht, Patentbronzedraht und ähnliche Bronzedrahtsorten kommen zur Herstellung von Leitungen für den Sprechverkehr in Anwendung, oft auch für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb und zum Hughes-Gegensprechen. 1,5 mm starke Drähte werden für Fernsprech-Anschlussleitungen, 2 mm starke für Fernsprech-Verbindungsleitungen geringerer Länge, 3 mm starke für Anlagen grösserer Länge und 4 mm oder darüber hinaus starke Drähte zu Anlagen von erheblicher Ausdehnung, insbesondere zu Anlagen für den internationalen Verkehr benutzt.

Als Bindedraht wird ausgeglühter Bronzedraht von 1,5 mm für die Leitungen bis zu 2 mm Stärke, für die 3 mm starken Leitungen solcher von 2 mm und für die stärkeren Leitungen solcher von 3 mm verwendet.

Als Wickeldraht für die Lötstellen in den 2 mm und stärkeren Drähten wird verzinnter weicher Kupferdraht von 1,5 mm Stärke benutzt.

Doppelmetalldraht.

Doppelmetalldraht, bestehend aus einem Stahlkern mit Kupferhülle, von 2 mm, 3 mm, 4 mm und 5 mm Stärke ist neuerdings an Stelle von Bronzedraht gleicher Stärke für Fernsprech-Verbindungsanlagen, Fernsprechanlagen für das flache Land und für die Anschlüsse neuer Telegraphen-

anstalten zu Fernsprechbetrieb an das Telegraphennetz verwendet worden. Als Bindedraht wurde wie für Bronzedrahtleitungen 1,5 mm bez. 2 und 3 mm starker ausgeglühter Bronzedraht, als Wickeldraht verzinnter weicher Kupferdraht von 1,5 mm Stärke benutzt.

Ausnahmsweise verwendete schwächere Drahtsorten. Die 4 mm und stärkeren Eisendrahtleitungen werden streckenweise durch 3 mm starken Eisendraht („leichte Leitung") und die 4 mm und stärkeren Bronzedrahtleitungen durch 2 mm starken Bronzedraht in folgenden Fällen ersetzt:

1. beim Überschreiten des Eisenbahnkörpers und der Schienen (hier kann an Stelle des 3 mm starken Eisendrahts auch 1,5 mm starker Bronzedraht genommen werden),

2. zur Weiterführung der Leitungen von der letzten Stange — Abspannstange — nach der Amtseinführung, oder nach Überführungssäulen und Überführungskästen,

3. an den Untersuchungsstellen zur Verbindung der beiden abgespannten Leitungszweige.

Bedarfssätze. Bedarfssätze. Der Bedarf an Leitungsdraht für 1 km Leitung beträgt:

Draht von Durchmesser mm		6	5	4	3	2	1,5
Verzinkter Eisendraht	kg	230	159	103	58	—	—
Bronzedraht	kg	—	178	116	65	30	17
Doppelmetalldraht	kg	—	174	111	63	30	—

Der Bedarf an Bindedraht für 100 Bindungen beträgt: 3,5 kg Eisendraht von 2 mm Stärke, oder 3,5 kg Bronzedraht von 2 mm Stärke bez. 1,6 kg Bronzedraht von 1,5 mm Stärke.

Anforderungen an Eisendraht. Anforderungen an Eisendraht. Der Eisendraht darf nur aus bestem zur Drahtfabrikation geeigneten Schmiedeeisen gefertigt sein und muss durchgängig einen genau kreisrunden Querschnitt haben. Die Oberfläche darf weder Furchen noch Risse und Splitter zeigen; sie muss vollständig glatt sein. Auf der Bruchfläche muss der Draht eine gleichmässig graue Farbe ohne schwarze Punkte und ohne lichte Stellen, sowie ein faseriges Gefüge zeigen.

Der Draht muss ferner eine vorgeschriebene Anzahl von Biegungen im rechten Winkel, z. B. der 3 und 4 mm starke Eisendraht 8 Biegungen, und auf eine Länge von 15 cm eine bestimmte Anzahl Torsionen mit vorgeschriebener Geschwindigkeit, z. B. 4 mm starker Eisendraht 23 Torsionen (d. h. Drehungen um seine Längsachse) aushalten können, ohne zu spalten, zu brechen oder zu zerreissen. Der Draht muss ferner eine absolute Festigkeit von mindestens 40 kg auf 1 qmm Querschnitt haben; die des 4 mm starken Drahtes muss also z. B. 502 kg betragen.

Der Zinküberzug soll eine glatte Oberfläche haben und den Draht überall zusammenhängend und fest anhaftend bedecken; er muss so stark sein, dass der Draht 6—8 Eintauchungen von je 1 Minute Dauer in eine 20prozentige Kupfervitriollösung aushalten kann, ohne sich mit einer zusammenhängenden Kupferhaut zu bedecken.

Das Leitungsvermögen des Eisendrahts muss mindestens 13 Prozent von demjenigen des reinen Kupfers betragen; es darf z. B. 1 km 4 mm starker Eisendraht bei + 15° C. höchstens einen Widerstand von 10,47 Ohm haben. Der Leitungsdraht ist in Ringen ohne Löt- oder Schweissstellen von 30 bis 45 kg Gewicht zu liefern. Für den Bronzedraht und verzinnten Kupferdraht gelten entsprechende Vorschriften.

Anforderungen an Bronzedraht u. verzinnten Kupferdraht.

Anforderungen an Bronzedraht und verzinnten Kupferdraht. Die absolute Festigkeit bei dem 1,5 mm starken Bronzedrahte muss 70 kg auf 1 qmm Querschnitt, bei dem 2 und 3 mm starken 52,6 kg, bei dem 4 mm starken 51 kg und bei dem 4,5 mm und 5 mm starken 50 kg betragen, ferner müssen die erstere Drahtsorte 15, der 2 mm starke Draht 10, der 3 und 4 mm starke 7, der 4,5 und 5 mm starke Bronzedraht 6 und der Kupferdraht 12 Biegungen im rechten Winkel aushalten können, ohne zu spalten oder zu zerbrechen. Das Leitungsvermögen des 1,5 mm starken Bronzedrahts muss mindestens 70 Prozent und das der übrigen Bronzedrahtsorten mindestens 94 Prozent von demjenigen des reinen Kupfers betragen; es darf also 1 km 1,5 mm starker Bronzedraht bei 15° C höchstens einen Widerstand von 14,43 Ohm und 3 mm starker Bronzedraht einen solchen von 2,73 Ohm haben. Der Draht ist in Adern ohne Löt- oder Schweissstellen zu liefern. Das Gewicht einer Ader des 1,5 mm starken Drahtes beträgt 8 kg, dasjenige des 2 und 3 mm starken Drahtes 25 kg und dasjenige des 4 mm und stärkeren Drahtes 60 kg; von ersteren Drahtsorten werden mehrere Adern (Ringe) zu einem Bunde von etwa 50 kg Gewicht vereinigt.

Anforderungen an Doppelmetalldraht.

Anforderungen an Doppelmetalldraht. Der Draht besteht aus einer Stahldrahtseele, welche von einem Bronzemantel umschlossen ist. Er muss eine glatte Oberfläche haben, nirgends Furchen, Risse oder Splitter zeigen und im Innern einen vollkommenen Zusammenhang der beiden Metalle und eine gleichmässige Masse im einzelnen erkennen lassen. Auf dem Bruche muss jede Metallsorte eine gleichmässige Farbe ohne dunkle Punkte und ohne lichte Stellen haben. Die absolute Festigkeit des 5 und des 4 mm starken Doppelmetalldrahts muss 60 kg, die des 3 mm und des 2 mm starken 70 kg auf das qmm Querschnitt betragen. Der 2 mm starke Draht muss 9, der übrige Doppelmetalldraht 5 Biegungen im rechten Winkel aushalten, ohne zu spalten, abzublättern oder zu brechen.

Das Leitungsvermögen des Doppelmetalldrahts muss mindestens 35 Prozent von demjenigen des reinen Kupfers betragen. Der Leitungswiderstand bei 15° C darf daher für den 5 mm starken Doppelmetalldraht sich höchstens auf 2,59 Ohm, für den 4 mm Draht auf 4,04 Ohm, für den 3 mm Draht auf 7,17 Ohm und für den 2 mm Draht auf 16,21 Ohm beziffern. Der 5 und 4 mm starke Doppelmetalldraht wird in Adern von 60 kg, der übrige in Adern von 30 kg geliefert, welche weder Löt- noch Schweissstellen enthalten dürfen.

Berechnung d. Leitungswiderstandes.

Berechnung des Leitungswiderstandes. Formel: $w = s \cdot \frac{l}{q}$, worin w den gesuchten Widerstand in Ohm, s den spezifischen Leitungswiderstand des Materials, l die Länge des Leiters in m und q dessen Querschnitt in qmm bedeutet.

Für Kupfer kann man angenähert $s = \frac{1}{55}$ und für Eisen $= \frac{1}{10}$ setzen.

Beispiel: Berechnung des Leitungswiderstandes von 1 km Bronzedraht-Leitung von 3 mm Stärke. Da das Leitungsvermögen 94 Prozent von demjenigen des reinen Kupfers betragen soll, so ist $s = \frac{100}{55 \cdot 94}$, also

$$w = \frac{100}{55 \cdot 94} \cdot \frac{1000}{\left(\frac{3}{2}\right)^2 \pi} = \frac{400000}{44550 \cdot 3,1415} = 2,73 \text{ Ohm.}$$

5. Hülfsmaterialien für oberirdische Linien.

Verstärkungsmittel: a) f. Holzgestänge,

Verstärkungsmittel für Holzgestänge. Hierzu sind zu rechnen:

1. Streben, welche aus Hölzern gleicher Art und Stärke wie die gewöhnlichen Stangen bestehen. Die Länge richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Sind zur Herstellung von Streben keine aus den Linien ausgewechselte imprägnierte Stangen vorhanden, so können auch rohe Hölzer verwendet werden. Zu jeder Strebe gehören zwei Befestigungs- oder Strebenschrauben (Holzschrauben) von 15 cm Länge mit vierkantigem Kopfe.

2. Anker aus zwei seilartig zusammengedrehten verzinkten Eisendrähten von 4 mm Stärke. Zu jedem Anker gehört 1 Ankerhaken und 1 Ankerpfahl oder Ankerstein. Für gewöhnlich kommen Ankerpfähle aus Eichenholz in Längen von 1,25 bis 1,50 m und in einer Stärke von wenigstens 15 cm zur Verwendung.

b) f. eiserne Gestänge:

Verstärkungsmittel für eiserne Gestänge. Hierzu sind zu rechnen:

1. Streben, die gewöhnlich aus 2 bis 3 cm starkem Rundeisen gefertigt werden. Weit ausladende Streben und solche für stark belastete Gestänge werden aus T- oder I-Eisen hergestellt.

2. Anker aus Rundeisen von 1,5 bis 3 cm Stärke oder aus fabrikmässig hergestellten Stahldrahtseilen (4 Seile aus je 7 Stahllitzendrähten von 1,5 bis 2 mm Stärke zusammengedreht).

Zur Befestigung der Streben und Anker an den Rohrständern bez. eisernen Stangen dienen schmiedeeiserne Schellen mit Bolzen. Bei eisernen Dachgestängen wird das Fussende einer Strebe oder eines Ankers durch eine kräftige Schraube oder durch einen Bolzen mit Unterlegscheibe und Mutter am Dachgebälke festgelegt. Unter Umständen kann auch der Anker, wenn er aus einem Seile besteht, um einen kräftigen Dachsparren herumgeschlungen werden.

Für die an den Strassen aufgestellten eisernen Stangen werden die Standpunkte thunlichst so gewählt, dass Verstärkungsmittel nicht zur Verwendung zu kommen brauchen. Lassen sich solche aber nicht entbehren, so erfolgt die Festlegung der Fussenden der Anker oder Streben an besonders starken Ankerpfählen oder Steinblöcken.

Sicherungsmittel.

Sicherungsmittel. Hierzu sind zu rechnen:

Prellsteine, Prellpfähle oder Abweiser zum Schutze der Stangen gegen Anfahren von Fuhrwerk und

Scheuerböcke aus Rundhölzern zum Schutze der Anker gegen Beschädigung durch weidendes Vieh.

Löt-materialien.

Lötmaterialien für oberirdische Leitungen. Unter Löten versteht man das Verfahren, zwei gleichartige oder verschiedene Metalle ohne Schmelzung mit Hülfe einer leichter schmelzenden Metalllegierung — Lot —, welches man im geschmolzenen Zustande zwischen die Lötflächen bringt und erstarren lässt, derart fest miteinander zu verbinden, dass die Vereinigung luft- und wasserdicht ist, sowie einen gewissen Hitzegrad aushalten kann. Um das Löten sicher zu bewerkstelligen, muss dem Lote eine rein metallische, oxydfreie Oberfläche geboten werden, weil es sonst nicht haftet. Es muss deshalb dafür gesorgt werden, dass die Lötfläche auch während des Lötens vor Luftzutritt geschützt ist. Zu den Lötmaterialien gehören:

1. Lötzinn für Eisendrahtleitungen, bestehend aus 2 Teilen Zinn und 3 Teilen Blei,

2. Lötzinn für Bronzedrahtleitungen, bestehend aus 3 Teilen Zinn und 1 Teile Blei,

3. Lötwasser, am besten Seydsches säurefreies Lötwasser, bestehend aus einer mit Alkali versetzten Auflösung von Zink in Salzsäure. Es dient zur Beseitigung der Metalloxyde auf der Lötfläche und zur Verhinderung des Luftzutritts während des Lötprozesses,

4. Salmiak in Stücken; er dient zur Reinigung der Lötkolbenfläche von Oxyd.

Die Verlötung erfolgt entweder mittelst eines Lötkolbens, der aus einem drei- oder vierkantigen Stück Kupfer an einem längeren eisernen Stiele mit hölzernem Griffe besteht, oder durch Eintauchen der Verbindungsstelle in das in einem Lötlöffel auf einem kleinen Lötofen geschmolzene Lötzinn.

Für die Lötarbeiten auf Dächern kommen zur Verhütung von Feuersgefahr sogenannte Sicherheitslötofen zur Anwendung.

Isolierter Draht.

Isolierter Bronze- und Eisendraht zur Verhütung von Stromübergängen zwischen Starkstrom- und Schwachstromleitungen.

a) Isolierter Bronzedraht: Der Leiter besteht aus einem verzinnten Bronzedrahte von 1,5 mm Durchmesser; er ist mit Patentokonit nahtlos umpresst, darüber mit einer starken Beflechtung von Hanfzwirn versehen und mit Paraffinlack getränkt.

b) Isolierter Eisendraht: Der Leiter besteht aus einem verzinkten Eisendrahte von 2 mm Stärke; die weitere Beschaffenheit entspricht der des isolierten Bronzedrahts.

Die isolierende Hülle beider Drahtsorten darf, unter Wasser befindlich, bei einer Spannung von 4000 Volt nicht durchschlagen werden.

c) Isolierter Kupferdraht, sogenannter *G*-Draht. Dieser Draht dient hauptsächlich zur Herstellung von Verbindungen der Leitungen an den Einführungs- und Umschaltegestängen, wo der isolierte Draht den Witterungseinflüssen besonders ausgesetzt ist. Er besteht aus einer 0,8 mm starken verzinnten Kupferader, welche mit Baumwolle umsponnen, sodann mit Paragummi und gummiertem Bande umwickelt ist. Hierüber befindet sich noch eine mit besonderer Imprägnierungsmasse getränkte Baumwollenumklöppelung. Isolationswiderstand für 1 km bei 15° C 250 Megohm.

B. Materialien für versenkte Linien.

I. Kabel.

Allgemeines. Man unterscheidet zunächst zwischen Telegraphen- und Fernsprechkabeln. Telegraphenkabel werden, je nachdem sie in die Erde oder durch Flüsse verlegt oder in die Meere versenkt werden, in Erd-, Fluss- und Seekabel eingeteilt. Der Kupferleiter der Telegraphen-Erd- und Flusskabel wird hauptsächlich durch Faserstoff oder Guttapercha isoliert, zur Isolierung der Seekabel wird nur Guttapercha verwendet; Fernsprechkabel werden meist durch eine lufterfüllte Papierumhüllung isoliert. Faserstoff- und Papierkabel dürfen wegen ihrer hygroskopischen Beschaffenheit nicht unmittelbar mit den oberirdischen Leitungen oder den Amtseinführungen verbunden werden, sondern müssen auf beiden Seiten einen Abschluss durch wetterbeständige Kabel erhalten.

Allgemeines.

Die ihrer Verwendungsart nach verschiedenen Kabeltypen unterscheiden sich voneinander wesentlich durch die äussere Bewehrung (Eisen- oder Stahldraht, Bleimantel), während die eigentliche Seele von der Art der äusseren Bewehrung unabhängig ist. Die Fernsprechkabel haben über dem Bleimantel fast stets eine Bandbespinnung, die Erd-, Fluss- und Seekabel dagegen ausser einer imprägnierten Faserbespinnung eine Eisen- oder Stahldrahtbewehrung und darüber eine Asphaltierung. Röhrenkabel, d. h. solche, welche in Röhren aus Eisen, Thon, Cement etc. eingezogen werden, erhalten, wenn jedes Kabel einzeln in ein besonderes Rohr eingezogen wird, einen Bleimantel und, wenn mehrere Kabel in einem Rohrstrange zur Verlegung kommen, eine blanke Flachdraht-Armatur. Die Flusskabel sind ebenso konstruiert, wie die Erdkabel, unterscheiden sich von diesen aber durch eine wesentlich grössere Stärke der Armatur. Unter Umständen werden die Flusskabel mit zwei übereinander liegenden Armaturen umgeben, um ausreichenden Schutz gegen starke Strömungen, Geröll und schleppende Schiffsanker zu gewähren. Vereinzelt wird eine Armatur auch angewendet, um Röhrenkabeln eine grössere Zugfestigkeit zu verleihen; man benutzt hierzu die sogenannte offene oder Halb-Armatur. Die Guttaperchakabel, welche abgesehen von den Seekabeln wegen ihres verhältnismässig hohen Preises fast nur in besonderen Fällen benutzt werden, z. B. als Flusskabel, werden fast ausschliesslich mit Armaturen aus Rundeisendraht versehen. Sie dienen meist zu Telegraphenzwecken und nur selten können sie in kurzen Längen oder in besonderer Konstruktion auch zu Fernsprechzwecken herangezogen werden. Seekabel erhalten je nach ihrer Lage und Beanspruchung eine oder mehrere Armaturen aus Eisen- oder Stahldrähten.

a) Telegraphen-Erd- und Flusskabel.

Faserstofferdkabel (Fig. 519a). Der Leiter besteht meist aus einem massiven Kupferdrahte von 1,5 mm Stärke. Die Isolierung der einzelnen Adern erfolgt durch imprägnierte Pflanzenfaser, Jutegarn oder durch starkgepresstes Papier. Die verseilten Adern, deren Anzahl beliebig gewählt werden

Faserstofferdkabel.

kann, sind zunächst mit imprägniertem Papier oder Baumwollenband umwickelt und dann zur Fernhaltung der Feuchtigkeit u. s. w. mit einem einfachen oder doppelten Bleimantel umgeben. Der Bleimantel wird durch eine Jutecompoundlage oder durch präpariertes Baumwollenband u. s. w. geschützt. Er erhält eine grössere Festigkeit durch Zusatz von 3 Procent Zinn. Die Bewehrung der Erdkabel, welche aus verzinkten Flacheisendrähten von trapezförmigem Querschnitt oder aus Stahlbändern besteht, wird ebenfalls durch eine Compoundhülle geschützt. Um das Eindringen der Feuchtigkeit in die Kabel zu verhindern, werden sie in der Fabrik an den Enden mit Isoliermasse gedichtet und mit Bleikappen verschlossen. Die Kennzeichnung der einzelnen Leitungen erfolgt dadurch, dass in jeder Lage der Kupferleiter einer Ader verzinnt ist, oder dass in jeder Lage eine Ader mit einem roten und die daneben liegende Ader mit einem blauen eingesponnenen Faden versehen wird.



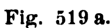


Fig. 519 a.

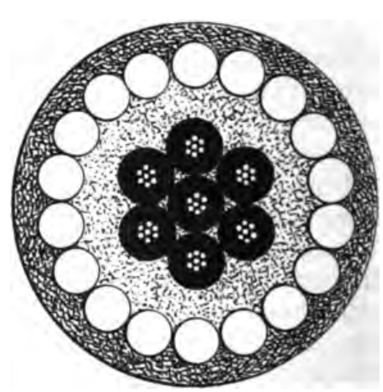


Fig. 519 b.

Bei der Reichs-Telegraphenverwaltung haben die Kupferleitungen einen Durchmesser von 1,5 mm; die Zahl der Adern eines Kabels beträgt 4, 7, 14, 28, 56 oder 112.

Die wetterbeständigen Kabel zum Abschluss der Faserstofferdkabel enthalten gleich viele und gleich starke Leiter wie die Hauptkabel, nur müssen sie in Rücksicht auf das Isoliermaterial — vulkanisierter Parakautschuk — sämtlich verzinnt werden. Die einzelnen Adern sind mit einer Lage Isolierband umsponnen. Die aus den konzentrisch verseilten Adern bestehende Kabelseele ist mit Isolierband bewickelt und mit einem wasserdichten Bleimantel umgeben, dessen Stärke — 1,2 bis 2 mm — von der Zahl der Adern abhängig ist.

Der Isolationswiderstand von 1 km bei 15 ^{0} C muss wenigstens 100 Megohm betragen.

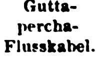
Gutta-percha-Erdkabel.

Guttapercha-Erdkabel (Fig. 519b). Der Leitungsdraht jeder Ader besteht aus 7 einzelnen Kupferdrähten, welche zu einer Litze zusammengedreht sind. Diese Kupferdrahtlitze ist zunächst mit Chatterton compound, dann mit zwei oder drei durch Chatterton compound getrennten Lagen reiner Guttapercha umhüllt.

Bei mehraderigen Kabeln werden die so isolierten Adern zu einem Ganzen — der Kabelseele — verseilt und mit einer in Tannin getränkten Jutehanfumspinnung versehen. Letztere muss den Zwischenraum zwischen

der Kabelseele und den nunmehr folgenden Schutzdrähten vollständig ausfüllen. Auf die verzinkten eisernen Schutzdrähte ist eine Asphaltkomposition aufgetragen, darüber eine Jutehanfumspinnung gelegt und auf diese eine zweite Lage Asphaltkomposition aufgebracht. Zur Unterscheidung der Adern eines Kabels ist die Guttapercha einer Ader durchgängig mit einer Wulst, eine dicht daneben liegende mit 2 Wulsten versehen.

Bei der deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung sind nur 1-, 3-, 4- und 7-aderige Guttaperchakabel in Gebrauch, wobei die Kupferlitzendrähte einen Durchmesser von je 0,66 mm besitzen. Die in Fig. 519b dargestellte Kabeltype ist bei dem grossen unterirdischen Kabelnetze Deutschlands zur Anwendung gekommen.


Guttapercha-Flusskabel.

Guttapercha-Flusskabel (Fig. 520a und b). Die 7 Drähte der Kupferlitze sind je 0,73 mm stark. Die Kupferlitze ist zunächst mit Chatterton compound umgeben, hierauf folgt zweimal je eine Lage Guttapercha und eine Lage Chatterton compound, dann eine dritte Lage Guttapercha. Die übrige Konstruktion entspricht derjenigen der Guttaperchaerdkabel; doch sind die eisernen Schutzdrähte erheblich stärker. Fig. 520a und b geben Ansicht und Querschnitt eines siebenaderigen Guttaperchaflusskabels der A.-G. SIEMENS & HALSKE.



Fig. 520a.

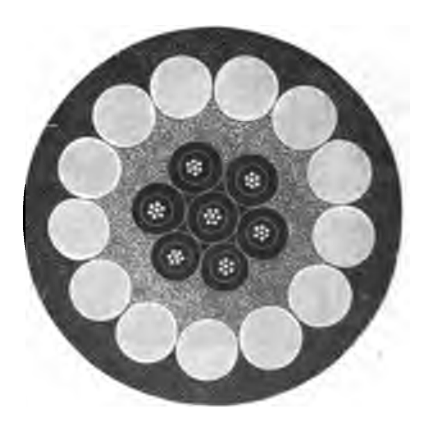


Fig. 520b.

Anforderungen, welche die deutsche Reichs-Telegraphenverwaltung an die elektrischen Eigenschaften der Kabel stellt.

Faserstofftelegraphenkabel: Leitungswiderstand einer Ader nicht mehr als 9,6 Ohm, Isolationswiderstand mindestens 500 Megohm, Ladungsfähigkeit 0,24 Mikrofarad für 1 km bei 15° C.

Guttaperchaerdkabel: Leitungswiderstand höchstens 7 Ohm, Isolationswiderstand mindestens 500 Megohm, Ladungsfähigkeit 0,24 Mikrofarad für 1 km bei 15° C.

Guttaperchaflusskabel: Leitungswiderstand höchstens 6,5 Ohm, Isolationswiderstand 650 Megohm, Ladungsfähigkeit 0,22 Mikrofarad für 1 km bei 15° C.

b) Fernsprechkabel.

Als Fernsprechkabel (Fig. 521 u. 522) kommen solche mit 4, 7, 14, 28, 56, 112, 168 oder 224 Doppelleitungen zur Verwendung. Die Doppelleitungen bestehen aus Kupferdraht von 0,7 oder 0,8 mm Durchmesser, ein Draht jeder Doppelleitung ist verzinnt, der andere unverzinnt. Jede Leitung ist mit einem dreieckig gefalteten Papierstreifen umgeben, oder auch mit einer einfachen oder doppelten Papierlage hohl umsponnen und dadurch gut isoliert. Entweder sind dann 2 Adern miteinander zu einem Adernpaare verseilt, oder es sind die Adern in Gruppen von 4 Stück verseilt, wobei immer zwei einander gegenüberliegende, mit gleichfarbigem Papier umgebene Adern zusammengehören, d. h. eine Doppelader oder Schleife bilden. Die Adernpaare bez. Gruppen sind zu einem Ganzen — der Kabelseele — vereinigt. Als Zähladern in jeder Lage dienen Adern mit gefärbter Papierhülle. Über der Kabelseele ist eine Umspinnung von Baumwollen- oder Nesselband aufgebracht, und dann ist ein wasserdichter Mantel aus Blei mit 3 % Zinnzusatz um das Ganze herumgepresst. Der Bleimantel ist durch eine Umwicklung mit präpariertem Baumwollenband oder durch eine Jutecompoundlage u. s. w. geschützt. Die hierauf folgende Bewehrung besteht aus verzinkten oder verzinnten Flacheisendrähten von trapezförmigem Querschnitte; bei Erdkabeln kann sie auch aus runden verzinkten Stahldrähten gefertigt werden. Bei Erdkabeln ist ferner die Be-



Fig. 521.

wehrung noch mit einer zwischen 2 Asphaltschichten gebetteten Jutelage oder mit einer Compoundschicht umgeben.

Röhrenkabel kommen ohne Bewehrung für Cementkanäle zur Verwendung. Die Röhrenkabel mit 56 und mehr Doppeladern erhalten einen etwas stärkeren Bleimantel. Um das Eindringen von Feuchtigkeit in die Kabel zu verhüten, werden die Enden in der Fabrik in einer Länge von 1,5 m mit einer besonderen Isoliermasse ausgegossen und mit Bleikappen verschlossen.

Zur Durchschreitung von Gewässern werden die Kabel, abgesehen von der Bewehrung, in derselben Bauart hergestellt, wie die gewöhnlichen Fernsprechkabel. Die Bewehrung ist, je nachdem die Kabel in den Gewässern Beschädigungen ausgesetzt sind oder nicht, verschieden; man unterscheidet eine leichte und eine schwere Bewehrung. Die erstere besteht aus Rundeisendrähten von etwa 5 mm äusserem Durchmesser, während stärkere Drähte von 7 bis 9 mm die schwere Bewehrung ausmachen. In einigen Fällen kommen auch Façoneisendrähte der gewöhnlichen Stärke zur Anwendung, worüber eine geschlossene Lage von Rundeisendrähten aufgebracht wird. Beide Armaturen sind dann durch eine asphaltierte Juteschicht voneinander getrennt. FELTEN & GUILLEAUME benutzen zur Bewehrung von Flusskabeln Profileisendrähte von 5 bis 6 mm Stärke, die so ineinander greifen, dass spitze Gegenstände nicht eindringen können. Flusskabel von mehr als 112 Doppeladern sind bisher nicht ausgelegt worden, da sie zu steif und zu schwer für die Verlegung, auch zu unhandlich für den Transport sein würden.

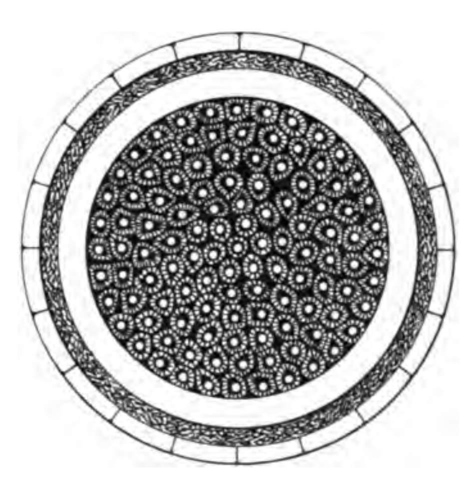


Fig. 522.

Für die Reichs-Telegraphenverwaltung werden neuerdings auch Doppelleitungskabel mit gemischten Leitern hergestellt, d. h. Kabel, welche ausser den normalen Adern für Anschlussleitungen eine Anzahl von stärkeren, für Fernleitungen bestimmten Kupferleitern haben.

Anforderungen: Leitungswiderstand für die 0,7 mm starken Leitungen höchstens 48, für die 0,8 mm starken höchstens 37 Ohm, Isolationswiderstand mindestens 500 Megohm, Ladungsfähigkeit für die 0,7 mm starken Leitungen höchstens 0,06 und die 0,8 mm starken Leitungen höchstens 0,055 Mikrofarad für 1 km bei 15° C.

Als wetterbeständige Kabel zum Abschluss der Fernsprechkabel werden Gummi- oder Paraffinkabel verwendet; die Leiter haben 0,8 mm Durchmesser, ohne Rücksicht auf die Stärke der Leiter in den Hauptkabeln. In den Gummikabeln sind beide Leiter verzinnt, in den Paraffinkabeln nur einer, der andere bleibt blank; die Adern sind mit Isolierband umwickelt, die Kabelseele erhält ebenfalls eine Umwicklung von Isolierband und einen wasserdichten Bleimantel. Wenn die Kabel in Holzkästen geschützt zu liegen kommen oder wenn es sich bei grossen Ämtern darum handelt, eine übermässige Belastung der Gebäudeteile zu vermeiden, erhalten sie statt des

Bleimantels eine Umwicklung von einem starken, in Öl getränkten Hanfgeflecht. Bei den Paraffinkabeln ist zur Isolierung in Paraffin getränkte Baumwolle verwendet, deren Fäden eng aneinander liegen; die Kabelseele ist mit Nesselband, Stanniol und imprägniertem Band umwickelt und ausserdem mit einer Beklöppelung versehen, die eine flammensichere Imprägnierung erhält. Paraffinkabel sind nicht widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und werden daher nur in trockenen und starken Temperaturwechseln nicht ausgesetzten Räumen verwendet.

Anforderungen: Leitungswiderstand höchstens 40 Ohm bei 15° C, Isolationswiderstand bei den Gummikabeln mindestens 100 Megohm, bei den Paraffinkabeln 1 Megohm, Ladungsfähigkeit 0,3 bez. 0,2 Mikrofarad.

c) Unterseekabel.

1. Telegraphenkabel.

Während unterirdische Kabel meist eine grössere Zahl von Adern haben, ist die Zahl der Adern bei kürzeren Unterseekabeln auf wenige (3 bis 4) beschränkt, lange Unterseekabel dagegen sind stets einaderig, weil bei mehraderigen Kabeln dieser Art die gegenseitige Induktion den Betrieb stören würde. Im Übrigen ist die Bauart und Herstellung von Unterseekabeln nicht wesentlich verschieden von derjenigen der unterirdischen Telegraphenkabel.

Kupferleitung.

Die Kupferleitung. Sie besteht in der Regel aus einer Litze von gleich starken Kupferdrähten. Man verwendet jedoch auch eine Litze mit einem stärkeren Mitteldrahte. Hierdurch wird erreicht, dass in dem gleichen räumlichen Querschnitt etwas mehr Kupfer untergebracht werden kann und daher im Verhältnis auch etwas weniger Guttapercha gebraucht wird, als bei Verwendung von gleich starken Litzendrähten. Auch die Ladungskapazität wird um etwas geringer. Das Kupfer muss von höchster Reinheit sein.

Guttaperchahülle.

Die Guttaperchahülle. Als Isoliermittel für Seekabel wird nur Guttapercha benutzt; sie muss auf das sorgfältigste von allen Fremdstoffen gereinigt sein. Wie die auf den Markt kommenden Sorten von verschiedener Güte in dem richtigen Verhältnisse zueinander zu mischen sind, ist Geheimnis der Kabelfabriken. In der Regel wird die Guttapercha in drei konzentrischen Schichten um die Kupferlitze gepresst. Einige Firmen trennen die Guttaperchaschichten voneinander und von der Litze durch Chatterton compound, um das Zurückbleiben von Luftblasen zu verhüten. Siemens Bros. in London halten jedoch diese Maassregel für schädlich. Luftblasen müssen bei Unterseekabeln peinlich vermieden werden, weil sie bei dem in grossen Wassertiefen herrschenden hohen Drucke nach kurzer Zeit platzen und die Isolierschicht beschädigen würden. Das Vorhandensein von Luftblasen lässt sich auf elektrischem Wege nicht nachweisen. Siemens Bros. ahmen daher die Verhältnisse der Tiefsee in der Weise nach, dass sie die fertigen Adern in einen mit Wasser gefüllten Cylinder bringen und durch einen entsprechenden Druck auf die Adern bewirken, dass etwa vorhandene Luftblasen platzen. Dann wird durch die Adern eine halbe Stunde lang ein Wechselstrom von 7500 Volt geschickt, der nicht nur an denjenigen Stellen, wo geplatzte Luftblasen eine sonst kaum merkbare Schwächung der Isolation

hervorgerufen haben, sondern auch da, wo sich Fremdkörperchen in der Guttapercha befinden, die letztere durchbrennt und die Fehler sichtbar macht.

Bei dem hohen Preise der Guttapercha wird davon nur so viel verwendet, als nach der Stärke des Kupferleiters gerade erforderlich ist. Das richtige Verhältnis zwischen Kupfer- und Guttaperchagewicht ist durch Versuche festgestellt. Bei einem Kupfergewichte bis 150 englische Pfund auf 1 Seemeile pflegt man ebensoviel Guttapercha als Kupfer zu nehmen, bei schwererem Leiter überwiegt dessen Gewicht das der Guttapercha.

Jutehülle u. Schutzdrähte.

Jutehülle und Schutzdrähte. Die Ader und die Schutzdrähte werden in der Regel mit gegerbter und getheerter Jute bedeckt, da diese

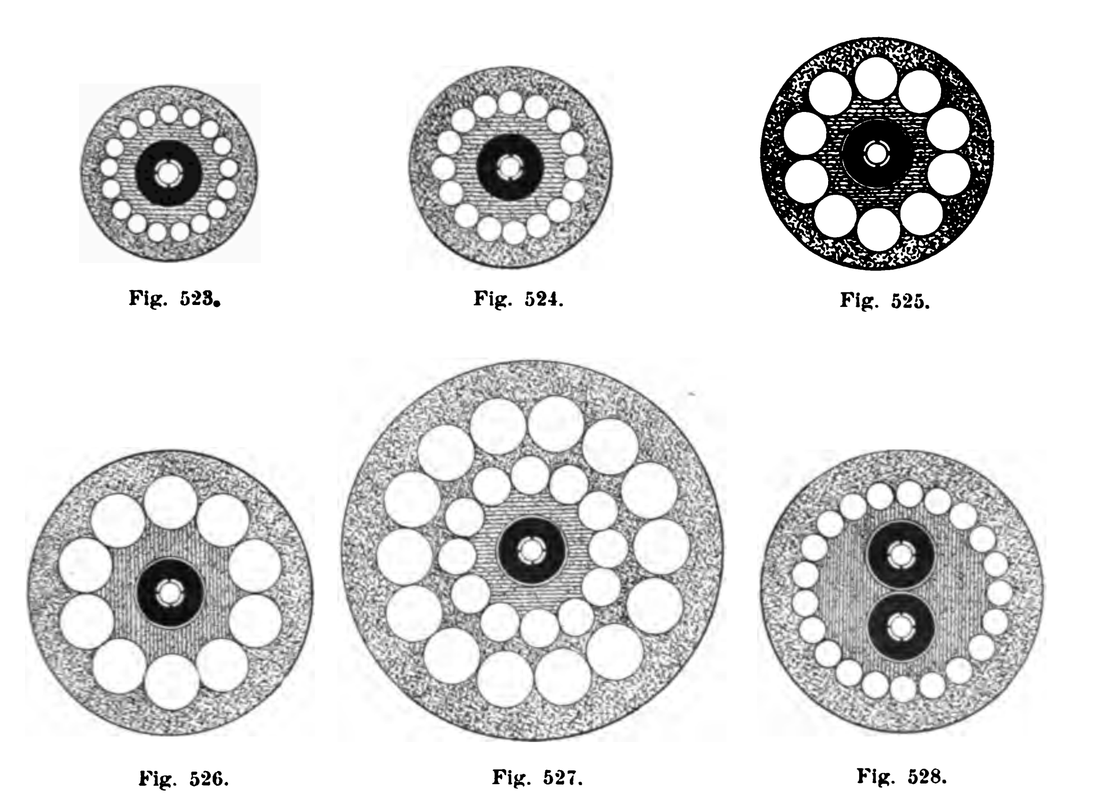


Fig. 523. Fig. 524. Fig. 525.

Fig. 526. Fig. 527. Fig. 528.

den Einflüssen des Seewassers besser widersteht als andere Materialien, wie z. B. Hanf- oder Manilagarn. Die äussere Jutehülle soll die Schutzdrähte vor dem Verrosten schützen; ohne diese Hülle würden die Schutzdrähte nach einigen Jahren nicht mehr fest genug sein, die starke Beanspruchung beim Heben des Kabels aus grosser Tiefe behufs einer Instandsetzung auszuhalten.

Die Schutzdrähte bestehen bei den Tiefseekabeln aus gehärtetem Stahle, bei den nicht in tiefer See liegenden Abschnitten aus Eisen. Letzteres besitzt zwar eine geringere absolute Festigkeit, widersteht aber einem seitlichen Zuge, dem es durch Schiffsanker u. s. w. ausgesetzt ist, besser als gehärteter Stahl.

Kabeltypen.

Kabeltypen. Je nach der Bewehrung, welche den Unterseekabeln im Hinblick auf die Tiefe und Beschaffenheit des Meeresbodens zu geben

ist, unterscheidet man verschiedene Kabeltypen. Bei dem 1900 verlegten deutsch-atlantischen Kabel sind auf der Strecke Borkum—Fayal—New-York die durch die vorstehenden Abbildungen in natürlicher Grösse dargestellten Kabeltypen verwendet worden:

1. Tiefseekabel mit dünnen Schutzdrähten aus Stahl (Fig. 523),
2. Tiefseekabel mit etwas stärkeren Schutzdrähten aus Stahl (Fig. 524),
3. leichtes Zwischenkabel mit einem Messingband über der Ader zum Schutze gegen das Anbohren durch Bohrmuscheln, und mit eisernen Schutzdrähten (Fig. 525),
4. schweres Zwischenkabel, wie zu 3, aber mit stärkeren Schutzdrähten (Fig. 526),
5. Küstenkabel, wie zu 3, aber mit doppelten eisernen Schutzdrähten zur Verwendung auf Strecken, wo Fischer- und andere Fahrzeuge sich aufzuhalten pflegen (Fig. 527),
6. Endkabel mit zwei Adern, jede mit Messingband umgeben. Die zweite Ader dient als Erdrückleitung (Fig. 528).

Prüfung der Adern.

Prüfung der Adern. Während der Fabrikation der Ader sowohl als während der weiteren Behandlung auf den Umspinnmaschinen u. s. w. steht die Ader ununterbrochen unter elektrischer Kontrole. Sobald die Messinstrumente einen Fehler anzeigen, werden die Maschinen angehalten und der Fehler wird gesucht. Auch bei dem Auslegen des Kabels wird es auf dem Kabeldampfer fast ohne Unterbrechung kontroliert. Die laufenden Aufzeichnungen über die Ergebnisse der Prüfungen der einzelnen Adern und der einzelnen Kabelstücke müssen mit den Messergebnissen an den fertigen Kabeln übereinstimmen, selbst sehr kleine Unterschiede werden aufgeklärt.

2. *Untersee-Telephonkabel.*

Dieselben Faktoren, von denen die Telegraphiergeschwindigkeit in einem Kabel abhängig ist (Kapazität C und Leitungswiderstand R), bedingen auch die Möglichkeit und die Güte einer telephonischen Verständigung durch ein Kabel. Nach Preece ist die Verständigung eine ausgezeichnete, solange das Produkt CR nicht mehr als 5000 beträgt, bei 10 000 ist die Verständigung noch eine gute; sie wird aber bei Grösserwerden dieser Zahl immer schlechter, bis sie bei 15 000 aufhört. Steinmetz in New-York hat indes durch Versuche nachgewiesen, dass der statthafte höchste Wert des Produkts aus Widerstand und Kapazität wesentlich von der Beschaffenheit der benutzten Mikrophone und Telephone abhängt. Mit dem steigenden Werte dieses Produkts wird die Verständigung zunächst erschwert und nach und nach unmöglich, aber nicht dadurch, dass die elektrischen Stromwellen nicht mehr über die Linie gelangen, sondern dadurch, dass die Obertöne in den Lauten der Sprache, als Wellen höherer Periodenzahl, stärker abgeschwächt werden, als die Grundtöne. Bei Verwendung entsprechend konstruierter Apparate kann das Produkt bis zu 60000 anwachsen, ehe die gute Verständigung aufhört.

Das erste längere Untersee-Telephonkabel ist 1891 zwischen Dover und Calais zur Herstellung einer Sprechverbindung London—Paris verlegt worden. Das im Querschnitt abgebildete Kabel (Fig. 529) hat 4 durch Chatterton compound und Guttapercha isolierte Adern; jede enthält eine Kupferlitze mit

7 Drähten von je 0,9 mm Durchmesser. Je zwei gegenüberliegende Adern sind mit oberirdischen Leitungen nach London und Paris zu Schleifen verbunden. Die Länge des Kabels beträgt 37 km, die Länge der ganzen Linie 501 km, das Produkt aus Widerstand und Kapazität = 7359.

Um die Ladungskapazität zu Gunsten der Sprechverständigung zu verringern, werden Untersee-Telephonkabel mit Luftraum zwischen den Leitungen angefertigt. Zu demselben Zwecke erhält die Litzenader einen stärkeren Mitteldraht. Ein Beispiel dieser Art ist das 1897 zwischen Hampshire und der Insel Wight verlegte Kabel (Fig. 530). Es besteht aus

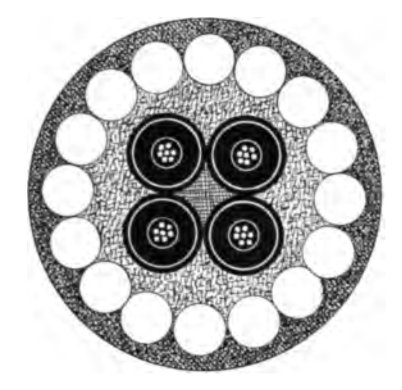


Fig. 529.

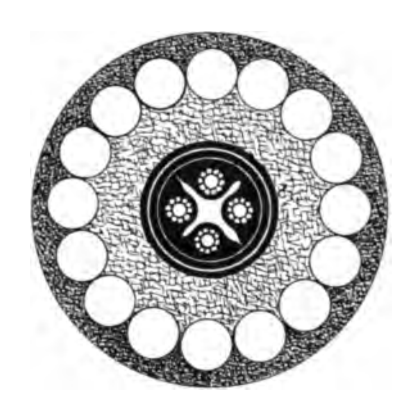


Fig. 530.

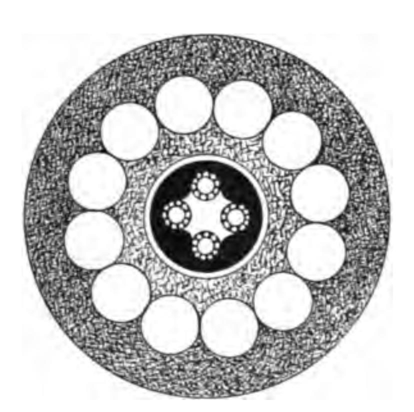


Fig. 531.

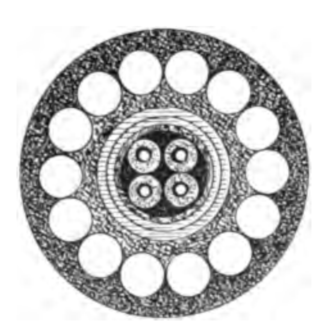


Fig. 532.

4 Adern; je 2 Leitungen sind, voneinander isoliert, mit Guttapercha umpresst. Die beiden Doppeladern sind derart miteinander verseilt, dass in der Mitte ein lufterfüllter Hohlraum von kreuzförmigem Querschnitt frei bleibt. Auf je 700 m ist der Hohlraum durch Guttapercha geschlossen, um zu verhindern, dass etwa eindringendes Wasser sich weiter verbreiten kann.

Ein ähnlich gebautes, etwa 100 km langes Kabel (Fig. 531) ist 1900 zwischen Grossbritannien und Irland verlegt. Bei diesem Kabel sind die 4 Adern so angeordnet, dass sie die Kanten eines Prismas von quadratischem Querschnitte bei einem gegenseitigen Abstande der Leitermitten von etwa 5 mm darstellen.

Die Guttapercha ist derart um die 4 Adern gepresst, dass sie nur die aussenliegenden Flächen der Leiter berührt und der innere Raum hohl bleibt. Der Hohlraum ist in kurzen Entfernungen durch Guttapercha unterbrochen, damit bei einer Beschädigung des Kabels immer nur ein kurzes Stück voll Wasser laufen kann.

Während die Ladungskapazität für zwei diagonal verbundene Leitungen auf 1 km bei dem Kabel Fig. 529 0,075 Mikrofarad beträgt, ist sie bei dem Kabel der Fig. 530 nur 0,053 Mikrofarad und bei dem der Fig. 531 0,054 Mikrofarad.

Das nach der Nordseeinsel Sylt (1897) gelegte, 12,5 km lange Telephon-Seekabel (Fig. 532) besteht aus 4 massiven Kupferdrähten von 1,5 mm Durchmesser. Jede Leitung ist mit Papier fest anliegend auf 4,3 mm Dicke bewickelt, die Adern sind alsdann verseilt und mit Baumwollenband umhüllt. Um diese Kabelseele ist ein doppelter Bleimantel gepresst, dann folgen eine doppelte Lage asphaltiertes Papier, eine Compoundschicht, eine Bewehrung von 14 verzinkten Eisendrähten und zum Schluss noch 2 Lagen Compoundschicht.

Die Ladungskapazität bei diesem Kabel beträgt 0,15 Mikrofarad auf 1 km.

d) Kabelfabrikation.

Zu einem Kabel gehören die Leitungsdrähte (Adern), die isolierende Umhüllung der einzelnen Leitungsdrähte und u. U. eine Bewehrung der zu einem Ganzen vereinigten Leitungsdrähte (der Seele) durch Drähte aus Eisen oder Stahl zum Schutze gegen äussere Beschädigungen oder durch Bleimantel zum Schutze gegen Feuchtigkeit.

Leitungsdraht.

1. Der Leitungsdraht. Er besteht entweder, wie bei den Faserstofferdkabeln und den Fernsprechkabeln, aus einem einzelnen Kupferdrahte von etwa 1,5 mm Stärke, oder wie bei den Guttaperchaerdkabeln und den Seekabeln, aus einer Litze von gewöhnlich sieben dünnen Kupferdrähten. Die Litze ist dadurch gebildet, dass um den geradlinig durchlaufenden Mitteldraht die übrigen Drähte spiralig herumgeführt sind. Bei den Seekabeln verwendet man in neuerer Zeit meist eine Litze mit einem stärkeren Mitteldrahte, der von Drähten besonderer Form spiralig umwunden ist (vgl. Fig. 523—528).

Als Material für den Leiter verwendet man elektrolytisch gereinigtes Kupfer von möglichst hohem Reingehalt (98 %). Das Kupfer, in Form von Barren, wird in rotglühendem Zustande zu Stangen ausgewalzt. Dies geschieht durch drei unmittelbar übereinander liegende kalibrierte Walzen von 40 cm Durchmesser, die durch Elektromotoren gedreht werden. Die Stangen werden durch das fortschreitende Walzen immer dünner und länger; sind sie auf ein bestimmtes Querschnittsmaass gebracht, so lässt man sie in einem ununterbrochenen Walzgange durch die immer kleiner werdenden Kaliber laufen, bis ein Runddraht von etwa 6 mm Durchmesser entstanden ist. Die dem Drahte nach dem Walzprozess anhaftende schwarze Oxydschicht wird durch ein Säurebad beseitigt. Der Walzdraht gelangt hierauf in die Ziehbänke, das sind Formblöcke aus hartem Stahle mit konisch zulaufenden Löchern, durch die der Draht in kaltem Zustande mittelst Maschinen hindurchgezogen wird. Vor dem Durchgange des Drahtes durch die Form-

blöcke geht er durch eine breiartige Stahlmasse, von der etwas an dem Drahte haften bleibt und beim Durchziehen als Schmiermittel wirkt. Die Löcher der Ziehbänke sind bis zu 2 mm kalibriert. Um feinere Drahtsorten zu ziehen, benutzt man Ziehbänke, deren abnehmend kalibrierte Löcher mit Diamanten besetzt sind.

Der gezogene Draht wird durch den Ziehprozess hart und elastisch und erlangt eine bedeutende Zugfestigkeit. Diese Eigenschaft erhält er hauptsächlich durch die gehärtete oberste Deckschicht; feilt man letztere nur wenig an, so bricht der Draht an dieser Stelle leicht. Den gewünschten Grad von Weichheit und Biegsamkeit giebt man dem Drahte durch Ausglühen in luftdicht abgeschlossenen Blechbüchsen, die in grosse Retorten aus Gussstahl gebracht und im Glühofen allmählich erwärmt werden. Der als oberirdische Telegraphen- und Telephonleitung zur Verwendung kommende blanke Draht darf nur wenig geglüht werden, während der Leitungsdraht für Kabel, besonders der dünndrähtige Litzendraht, welcher ganz weich sein muss, dem Glühprozess vollständig unterworfen wird.

Kupferdraht, welcher mit vulkanisiertem Kautschuk oder Gummi isoliert werden soll — dessen Schwefelgehalt das Kupfer angreifen würde —, muss vorher verzinnt werden. Das Verzinnen geschieht in der Weise, dass man den aus verdünnter Schwefelsäure heraustretenden Draht durch ein Bad aus flüssigem Zinn laufen lässt.

Die Vereinigung der dünnen Kupferdrähte zu einer Litze erfolgt mittelst der Wickelmaschine. Sie besteht aus Drehspindeln, die im Kreise angeordnet sind und Haspeln tragen, auf welche der feine Litzendraht aufgewickelt ist. Der mittlere Litzendraht wickelt sich von einer feststehenden Haspel ab und bleibt straff gespannt, während die übrigen Drähte von den sich drehenden Haspeln um den fortschreitenden Mitteldraht herumgewunden werden. Die fertige Litze wickelt sich auf eine Trommel auf.

Isoliermittel für Kabelleitungen.

2. Isoliermittel für Kabelleitungen. Je nach der Bestimmung der Kabel kommen zur Verwendung:

- Papier für Fernsprechkabel, sowie Papier und Baumwollenband oder Papier und Jutegarn bez. Faserstoff für Faserstoff-Erdkabel,
- Guttapercha für Erd-, Fluss- und Seekabel,
- vulkanisierter Kautschuk für wetterbeständige Kabel.

Papier.

Papier wird für Fernsprechkabel im allgemeinen so verwendet, dass zwischen dem Kupferleiter und der Papierhülle eine isolierende Luftschicht bleibt; zu diesem Zweck wird der einzelne Leiter mit einem dreieckig gefalteten Papierstreifen oder mit einem röhrenförmig ausgesponnenen Papierfaden umgeben. Bei den Telegraphenkabeln wird der Leiter mit Papierstreifen und Baumwollenband bez. Jutegarn oder Faserstoff fest umwickelt, ohne dass ein Luftraum entsteht. Das Nähere ist bei der Beschreibung der betreffenden Kabel angegeben.

Guttapercha.

Guttapercha bildet wegen ihrer plastischen Eigenschaften und ihrer schlechten Leitungsfähigkeit das beste Isoliermittel für Kabelleitungen. Sie ist der eingetrocknete Milchsaft von tropischen Bäumen aus der Familie der Sapotaceen (Isonandra gutta, Dichopsis oblongifolia, Palaquium Borneense und Palaquium Treubii); diese Bäume kommen nur auf Malacca, den benachbarten kleineren Inseln, sowie auf Borneo und Sumatra vor.

Zur Gewinnung der rohen Guttapercha werden in die Bäume Einschnitte gemacht, in denen sich der Milchsaft ansammelt und gerinnt; der Milchsaft

wird dann mit Wasser aufgekocht. Rohe Guttapercha kommt gewöhnlich in Form von Broden, Blöcken, Flaschen, Rollen und viereckigen Kuchen auf den Markt. Sie fühlt sich fettig an, ist zähe, wenig elastisch, undurchsichtig, geschmacklos, und riecht beim Erwärmen nach Kautschuk. In Wasser ist sie unlöslich, dagegen leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol und Terpentinöl und wenig löslich in Alkohol, Petroleum, Äther, Ammoniak und Alkalien. Von schwachen Säuren wird die Guttapercha nicht angegriffen, von starken dagegen zerstört. Bei 35° C wird die Guttapercha weich, bei 60° C wird sie plastisch und bei 130° C schmilzt sie. Bei Luftzutritt brennt sie mit leuchtender und russender Flamme. Beim Liegen an der Luft nimmt sie Sauerstoff auf, wird hart und brüchig und verliert ihre guten elektrischen Eigenschaften. Das Gleiche geschieht, wenn sie in nassem Zustande dem unmittelbaren Sonnenlicht ausgesetzt wird.

Die zu technischen Zwecken gebrauchte Guttapercha enthält neben der Gutta ($C_{20} H_{32}$) noch die beiden Harze Fluavil ($C_{20} H_{32} O$) und Alban ($C_{20} H_{32} O_2$). Die Harze können durch Äther, in welchem sie leicht löslich sind, ausgezogen werden. Der Handelswert der Guttapercha hängt ausser von der Reinheit des Materials wesentlich davon ab, in welchem Mengenverhältnisse die Gutta zu den Harzen steht. Je mehr Gutta in der Guttapercha enthalten ist, desto besser ist sie.

Die rohe Guttapercha, welche Sand, Rinde, Holz und andere Beimengungen enthält, wird gereinigt, indem sie durch besondere Schneidemaschinen in Stücke zerrissen, in Waschmaschinen mit heissem Wasser gewaschen und hierauf durch eine Presse mit feinen Drahtsieben hindurchgedrückt wird. Nach abermaligem Waschen kommt die Masse in eine Knetmaschine und hierauf in ein Walzwerk, in welchem sie zu Platten verschiedener Stärke (meist 3 bis 6 mm) ausgewalzt wird.

Leider ist der Bestand an Guttaperchabäumen, die bei der früheren rohen Gewinnungsweise der Guttapercha gefällt wurden, mehr und mehr zurückgegangen, während der Bedarf an diesem Material sich von Jahr zu Jahr steigert. Die hieraus sich ergebende sehr erhebliche Verteuerung der echten Guttapercha hat zu Versuchen geführt, sie durch andere Isolationsmittel zu ersetzen; bis jetzt ist allerdings der Erfolg noch gering. Als Ersatzmittel kommen in Betracht:

Grüne Guttapercha. Sie wird auf chemischem Wege durch Auslaugen der getrockneten und zerstossenen Blätter der Guttaperchabäume mittelst Schwefelkohlenstoffs oder Petroleumäthers gewonnen. Da sie durch das Chlorophyll der Blätter grün gefärbt ist, wird sie grüne Guttapercha genannt. Ihre Dauerhaftigkeitsprobe hat sie noch nicht bestanden.

Balata. Als natürliches Ersatzmittel für Guttapercha kommt in neuerer Zeit die Balata, der geronnene Saft der Miumsops Balata, ebenfalls aus der Familie der Sapotaceen, in Aufnahme. Wegen ihres grossen Harzgehaltes kann die Balata aber nur als Guttapercha zweiter oder dritter Güte angesehen werden.

Französische Guttapercha. Die aus Birkensaft hergestellte „Französische Guttapercha", welche mit echter Guttapercha gemischt, letztere dauerhafter machen soll, hat sich bis jetzt noch nicht bewährt. Die Guttapercha wird vielmehr durch Zusatz des neuen Produktes rauh und brüchig.

Kautschuk.

K a u t s c h u k. — Kautschuk ist der eingetrocknete Milchsaft einer Anzahl tropischer Pflanzen, von denen der Gummibaum, Hevea brasiliensis am Amazonenstrom in der brasilianischen Provinz Para ungefähr die Hälfte der gesamten Kautschukerzeugung unter dem Namen Parakautschuk liefert.

Reiner Kautschuk ist in dünnen Lagen durchsichtig und weiss, in dicken Lagen gelblich und undurchsichtig. Bei gewöhnlicher Temperatur ist Kautschuk vollkommen elastisch, in der Kälte wird er härter und weniger biegsam, aber nicht spröde, bei zunehmender Temperatur wird er weich und bei 200° C bildet er eine schmierige Masse, die beim Erkalten nicht wieder fest wird. In heissem Wasser oder Wasserdampf nimmt Kautschuk Wasser auf und wird dadurch schön weiss. Stark ausgedehnter Kautschuk verliert in kaltem Wasser seine Elastizität, erlangt sie jedoch wieder, wenn das Wasser auf 45° C erwärmt wird. Von verdünnten Säuren und von Alkalien wird Kautschuk nicht angegriffen, konzentrierte Säuren zerstören ihn bald. Äther, ätherische Öle, Benzin, Benzol und insbesondere Schwefelkohlenstoff lösen den Kautschuk auf; in Alkohol ist er unlöslich.

Obgleich Kautschuk ein höheres Isolationsvermögen als Guttapercha hat, wird er in reinem Zustande zur Isolierung von Telegraphendrähten nicht verwendet, da er zu wenig plastisch ist und an der Luft bei zunehmender Temperatur leicht weich und schmierig wird. Die nötige Elastizität erhält Kautschuk durch Zusatz von 2 bis 7 % Schwefel. Das Schwefeln des Kautschuks (Vulkanisieren) erfolgt in der Weise, dass man den Kautschuk mit einer Lösung von Schwefel in Schwefelwasserstoff oder Chlorschwefel behandelt.

V u l k a n i s i e r t e r K a u t s c h u k (Vulkanit) hat mattgraue Farbe, ist bei Temperaturen von — 20° bis + 100° von ziemlich gleichbleibender Härte und Elastizität und gegen chemische Agentien in hohem Grade widerstandsfähig. Während bei gewöhnlichem Kautschuk die Schnittflächen durch Zusammendrücken sich wieder vereinigen lassen, ohne im Innern Spuren ihrer Trennung zurückzulassen, ist dies beim vulkanisierten Kautschuk nicht der Fall.

E b o n i t (Hartgummi) ist Kautschukmasse, der bei der Heissvulkanisation Schwefel — 20 bis 40 % — zugesetzt ist. Es wird von Licht, Luft und Feuchtigkeit nicht angegriffen, ist gegen Lösungsmittel fast unempfindlich und lässt sich bei gewöhnlicher Temperatur bearbeiten und polieren. Diese Eigenschaften und seine hervorragende Isolierfähigkeit machen es zu einer ausgedehnten Verwendung in der Elektrotechnik besonders geeignet.

Ausser dem Schwefel enthält Ebonit gewöhnlich noch Zusätze von Guttapercha und Schellack, welche seine Härte und Elastizität erhöhen, oft auch Beimengungen von Kreide, Gips, Schwerspat, Magnesia, Thon, erdigen Farbstoffen und Theer, welche zur Härtung und Färbung, gleichzeitig aber auch zur Herabminderung der Herstellungskosten dienen sollen.

Fabrikation der Kabel.

3. F a b r i k a t i o n d e r K a b e l. a) F a b r i k a t i o n d e r F e r n s p r e c h k a b e l. Sie unterscheidet sich in den verschiedenen Fabriken nur durch die Form und die Aufbringung der isolierenden Papierhülle um die einzelnen Adern. In dem „Kabelwerk Oberspree“ der „Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft“ vollzieht sich die Herstellung der Fernsprechkabel beispielsweise wie folgt:

Zunächst wird der einzelne Kupferleiter mit Papier umwickelt. Dies geschieht auf Papier-Wickelmaschinen (Fig. 533) derart, dass eine Rolle, von welcher das Papier abläuft, um den Draht rotiert und sich infolgedessen röhrenförmig um ihn herumlegt. Der Draht bewegt sich, der fortschreitenden Umwicklung entsprechend, vorwärts, indem er von einer Trommel abgewickelt und auf eine andere Trommel aufgewickelt wird. Die Einstellung der einzelnen Teile erfolgt hierbei so, dass das Papier sich nicht fest auf den Draht auflegt, sondern dass zwischen der sich bildenden Papierröhre und dem in ihrem Inneren befindlichen Drahte eine Luftschicht bleibt. (Bei

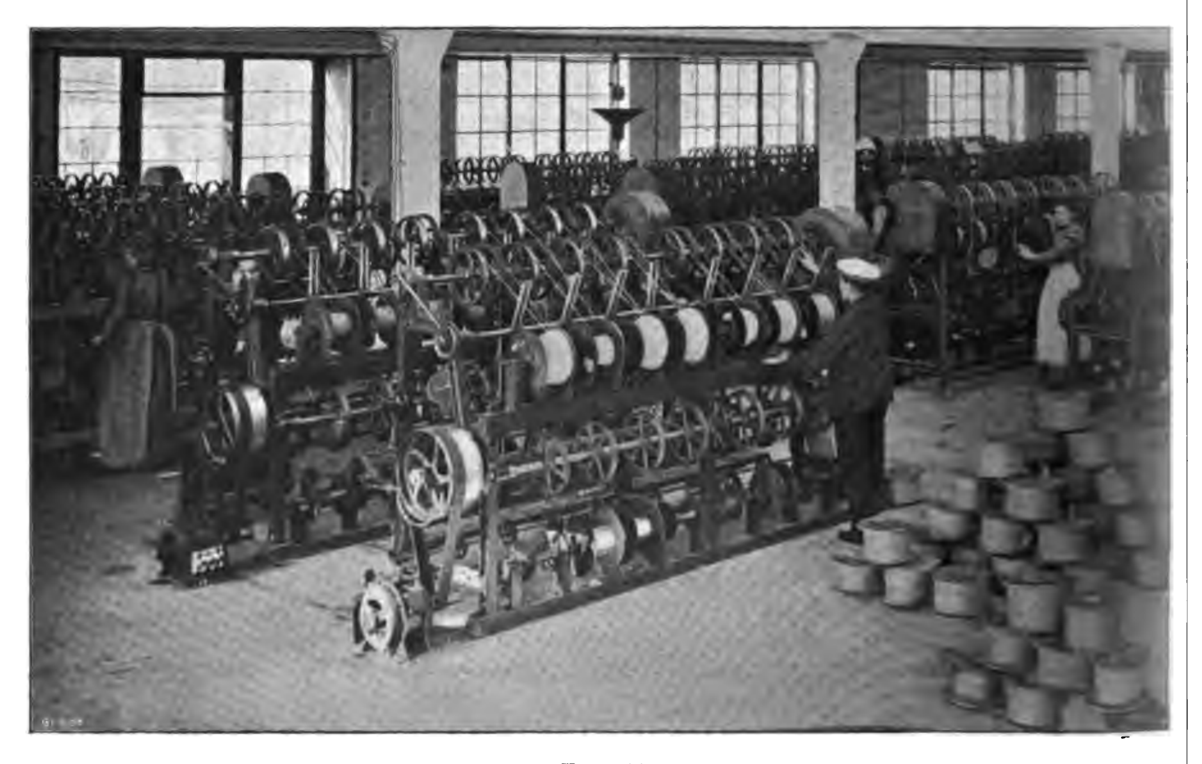


Fig. 533.

den Fernsprechkabeln der Firma Siemens & Halske wird die Luftschicht durch Umwicklung des Drahtes mit einem dreieckig gefalteten Papierstreifen erzielt).

Die Papierumwicklung wird entweder in zwei Lagen übereinander ausgeführt oder nur in einer Lage. In letzterem Falle wird die Papierumhüllung spiralförmig mit einem Faden Kabelzwirn umwickelt.

Je zwei der in dieser Weise mit Papier isolierten Adern, und zwar eine blanke und eine verzinnte Kupferader werden sodann auf sogenannten Drilliermaschinen zu einer Doppelader verseilt. Mehrere der zu einem Kabel zu vereinigenden Doppeladern werden auf grossen Verseilmaschinen zu Gruppen, die für das Kabel gewünschte Anzahl von Gruppen zu der Kabelseele verseilt. Der Vorgang ist in der Abbildung (Fig. 534) dargestellt.

Mittelst eines, nach Art des Spinnläufers mit der Verseilmaschine in Verbindung gebrachten Band-Wickelapparats wird das fertig verseilte Kabel

noch mit einer Lage Baumwollband umwickelt und hierauf in grossen Trockenschränken getrocknet. Die Trockenschränke sind luftdicht abschliessbare Kasten, in deren Innerem Heizschlangen so angeordnet sind, dass das auf einem grossen eisernen Teller liegende Kabel von oben und von unten der Wirkung je einer Heizschlange ausgesetzt ist. Durch die Heizschlangen wird sodann überhitzter Dampf geleitet und aus dem Trockenschranke die Luft ausgepumpt, sodass das Trocknen des Kabels im Vakuum vor sich geht.

Nachdem das Kabel genügend ausgetrocknet ist, wird es mittelst einer Bleipresse (Fig. 535) zum Schutze gegen Feuchtigkeit mit einem Bleimantel



Fig. 534.

umpresst. Das Blei tritt in Form eines das Kabel in seiner ganzen Länge umgebenden Rohres aus den Matrizen der Presse heraus. Das fertige Kabel wird sodann in grossen Trögen 24 Stunden lang unter Wasser gesetzt, wobei die Enden herausragen; hierauf wird jede einzelne Ader auf Isolationswiderstand und Ladungsfähigkeit elektrisch gemessen (Fig. 536). Bleikabel werden entweder ohne Bewehrung — als blanke Röhrenkabel — in Cementkanäle verlegt oder als Erdkabel verwendet. In dem letzteren Falle werden sie mittelst grosser, besonders stark konstruierter Verseilmaschinen mit einer Armatur von runden verzinkten Stahldrähten versehen. Fernsprechkabel, welche in einen Rohrstrang eingezogen werden sollen, erhalten eine Armatur aus flachen, verzinkten oder verzinnten Eisendrähten.

Faserstoff-Erdkabel.

b) Die **Fabrikation der Faserstoff-Erdkabel** geht in ähnlicher Weise vor sich; nur die Art, in welcher die einzelnen Drähte voneinander



Fig. 535.

isoliert werden, ist eine andere. Der massive Kupferleiter von 1,5 mm Durchmesser wird mit imprägnierter Pflanzenfaser, Jutegarn oder starkgepresstem Papier umsponnen (vgl. S. 649), die fertigen Adern wickeln sich auf Haspel auf. Alsdann findet die Verseilung der Adern vom Kerne aus nach den



Fig. 536.

äusseren Lagen statt, bis die erforderliche Zahl Adern im Kabel vorhanden ist. Die fertige Seele erhält hierauf eine Bandumspinnung, wodurch sie ein festes Gefüge bekommt. Endlich gelangt das Kabel in Trockenöfen, wo es unter Luftleere einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, um ihm die Feuchtigkeit zu entziehen. Die weitere Behandlung richtet sich nach der Konstruktion der betreffenden Kabeltype.

Fabrikation der Guttaperchakabel.

c) Die Fabrikation der Guttaperchakabel. Die zur Isolierung von Kabelleitungen dienende gereinigte Guttapercha wird durch Erwärmung bis auf 75° plastisch gemacht. Die Umpressung des einfachen oder des Litzendrahts erfolgt mittelst der Guttaperchapresse in der Weise, dass der Draht konzentrisch durch die Öffnung eines Cylinders gezogen wird, in welchem die unter starkem Drucke gehaltene weiche Guttaperchamasse sich um den Draht presst. Der Durchmesser der Öffnung entspricht der Dicke, welche der isolierte Draht haben soll. Die aus der Guttaperchapresse heraustretende Isolierschicht ist noch warm und weich; die Ader wird daher, bevor sie aufgehaspelt wird, durch lange Tröge mit kaltem Wasser geleitet.

Aus den isolierten Adern wird durch Verseilen die Kabelseele gebildet. Mehraderige Kabel bestehen gewöhnlich aus drei, vier oder sieben Adern, weil sich die Drähte in dieser Anzahl gut zu einer abgerundeten Form verseilen lassen. Um der Kabelseele eine gewisse Festigkeit zu geben und sie vor Eindrücken durch die Schutzdrähte zu sichern, wird sie zweimal spiralförmig mit Jutehanf umsponnen, wobei die zweite Umspinnung in entgegengesetzter Drehung von der ersten verläuft. Hierauf folgt die Umspinnung mit verzinkten eisernen oder stählernen Schutzdrähten, auf welche noch eine Asphaltmischung, dann eine Jutehanfumspinnung und zum Schluss eine zweite Asphaltmischung aufgebracht wird.

2. Rohrstränge und Cementkanäle.

Zur Herstellung von Rohrsträngen für Telegraphen- und Fernsprechkabelanlagen haben gusseiserne Muffenrohre anfänglich ausschliesslich Verwendung gefunden. In neuerer Zeit ist jedoch dazu übergegangen worden, zur Führung von Fernsprechkabeln im allgemeinen nur noch Cementkanäle zu verwenden. Die Cementkanäle können auch zur Einziehung von Telegraphenkabeln mit benutzt werden.

Gusseiserne Muffenrohre.

Gusseiserne Muffenrohre. Die Rohre haben eine lichte Weite von 10 bis 40 cm bei einer Wandstärke von 9 bis 14,5 mm und werden in Baulängen von 3 und 4 m geliefert. Sie müssen innen und aussen gut asphaltiert sein, im Innern keine Unebenheiten haben und im übrigen den vom Verein deutscher Ingenieure und dem Verein deutscher Gas- und Wasserfachmänner für gusseiserne Muffenrohre aufgestellten Normalbedingungen entsprechen.

Cementformstücke System Hultman.

Cementformstücke, System Hultman, mit drei, fünf und sieben Öffnungen (Fig. 537). Die 1 m langen Formstücke bestehen aus sechs Teilen langsam bindenden Portlandcements, sechs Teilen staubfreien Sandes und zwölf Teilen Kies. Diesen Materialien wird bei der Fabrikation der Formstücke soviel Wasser zugesetzt, dass eine gleichmässig graue, erdfeuchte Masse entsteht, die sich leicht ballen lässt. Die Einzelöffnungen haben eine lichte Weite von 75 mm. Zum Schutze gegen die Feuchtigkeit und zur Erleichterung des Einziehens

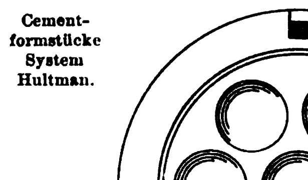


Fig. 537.

der Kabel werden die Cementformstücke innen und aussen mit einem Anstrich von Theer oder sogenanntem black varnish bestrichen. Zur Verbindung der Formstücke mit sieben Öffnungen kommen drei Eisenstäbe von 20 qmm Querschnitt, für die mit fünf Öffnungen drei Stäbe von 15 qmm Querschnitt und für die mit drei Öffnungen nur zwei Stäbe von 15 qmm Querschnitt zur Verwendung.

Cementformstücke nach dem Plattensystem.

Cementformstücke nach dem Plattensystem (Fig. 538 u. 539). Gewöhnlich kommen Formstücke mit vier Einzelöffnungen zur Verwendung; es können jedoch auch solche mit zwei und drei Öffnungen hergestellt werden. Als geeignetste Mischung für die Herstellung dieser Formstücke sind ein Teil

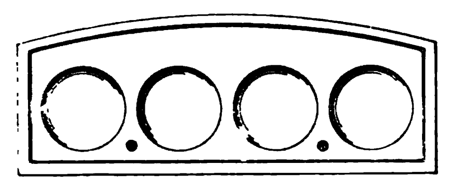



Fig. 538.

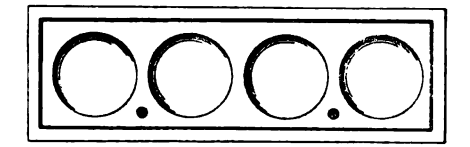


Fig. 539.

langsam bindender Portlandcement und zwei Teile gewaschener reiner Sand ermittelt worden. Die einzelnen Platten können in mehreren Schichten übereinander oder nebeneinander, sowie auch einzeln aufrecht stehend zur Verlegung kommen. Die Formstücke haben eine Baulänge von 1 m, die Öffnungen eine Weite von 10 cm. An den Stirnwänden sämtlicher Stücke sind ein bis drei Vertiefungen angebracht, welche beim Verlegen zur Aufnahme eiserner Dorne dienen.

Wenn die Kanäle unmittelbar unter dem Pflaster nicht betonierter Fahrdämme herzustellen sind und daher auf Druckfestigkeit besonders in Anspruch genommen werden, so erhalten sie oben die in der Fig. 538 veranschaulichte Wölbung.

3. Hülfsmaterialien für versenkte Linien.

Lötmuffen.

Lötmuffen. 1. für Guttaperchakabel (Fig. 540). Sie besteht aus zwei halbcylindrisch gebogenen, verzinkten Eisenblechen mit rechtwinklig abgebogenen Rändern. Die Ränder des einen Bleches tragen Stifte mit rechteckigen Ausschnitten, die des andern den Stiften entsprechende Löcher. Nachdem beide Bleche um die Lötstelle herumgelegt sind, werden sie durch Einschlagen von eisernen Keilen in die Ausschnitte der Stifte zu einem festen Rohre verbunden. Die Öffnungen der Rohrenden sind durch eingelötete, halbkreisförmige Eisenstücke verengt.

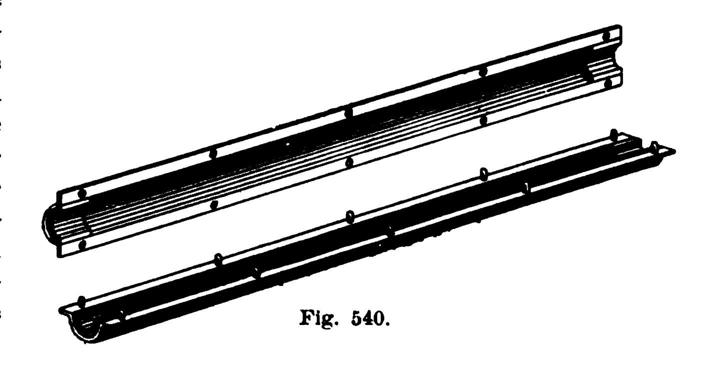


Fig. 540.

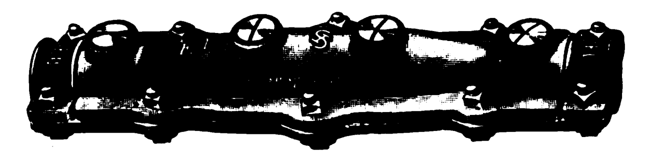

Fig. 541 a.


Fig. 541 b.



Fig. 541 c.

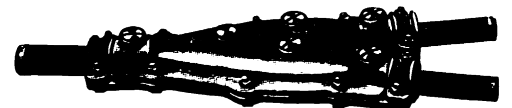

Fig. 541 d.


Fig. 541 e.


Fig. 541 f.



Fig. 541 g.

2. für Faserstoff- und Papierkabel (Fig. 541 a—g). Sie besteht aus zwei verzinkten, starken Eisenblechen, welche aufeinander gelegt drei Kammern bilden, von denen die mittlere zur Aufnahme der Spleissstelle dient und mit Isoliermasse gefüllt wird. Die beiden seitlichen Kammern werden mit Asphalt ausgegossen, um das Eindringen von Feuchtigkeit von der Seite her zu verhindern. Der obere Teil ist als Muffendeckel nur für den Abschluss der Kammern bestimmt und kann unter Anwendung von Gummiliderung unwandelbar fest an den unteren Teil gepresst werden. An den Muffenenden werden die Kabel durch je zwei Halbschellen, die mit dem Unterteil verschraubt werden, festgehalten. Zum Eingiessen der Isolier- und Asphaltmasse dienen die durch Schrauben verschlossenen Löcher im Oberteile der Muffe. Die Figuren 541 a, b, c zeigen die von der A.-G. Siemens & Halske gefertigten Muffen Type F_1 für 14 paarige Kabel und zwar a) geschlossen, b) offen und c) in die einzelnen Bestandteile zerlegt. Die Fig. 541 d, e, f veranschaulichen in gleicher Weise eine Verbindungsmuffe, bez. Übergangsmuffe zur Zerlegung eines 14 paarigen Kabels in zwei 7 paarige. Fig. 541 g stellt eine Übergangsmuffe zur Zerlegung eines 112 paarigen Kabels in vier 28 paarige dar.

3. für Fernsprechkabel mit Schutzdrähten. Sie hat die Einrichtung der Lötmuffe für Faserstoffkabel.

4. für Fernsprechkabel ohne Schutzdrähte mit Vorrichtung zum Austrocknen durch Druckluft (Fig. 541 h, i, k). Sie besteht aus zwei Hülsen von Walzblei (Flaschen ohne Boden ähnlich). Die Ränder der Hülsen sind verzinnt; ihre Halsweite ist derart bemessen, dass sich die Hülsen gerade über den Bleimantel je eines Kabelendes schieben lassen. Die eine Hülse wird 3—4 cm tief in die Öffnung der anderen eingesteckt. Zur Verbindung der Muffen miteinander und mit den Bleimänteln der verspleissten Kabel dient ein Gemisch — Mörtel genannt — von Tarnowitzer Weichblei und Australzinn, das mit etwas Schwefel, Kolophonium und Talg zusammengeschmolzen wird.

Land- und Flusskabelmuffen.

Land- und Flusskabelmuffen sind zweiteilige gusseiserne Muffenrohre von 35,7 bez. 41,1 cm Länge, welche durch besondere Verschraubung und Konstruktion zu einem Rohrstrange vereinigt werden können. Die Landkabelmuffen dienen zum Schutze der Kabel an solchen Stellen, wo sie durch

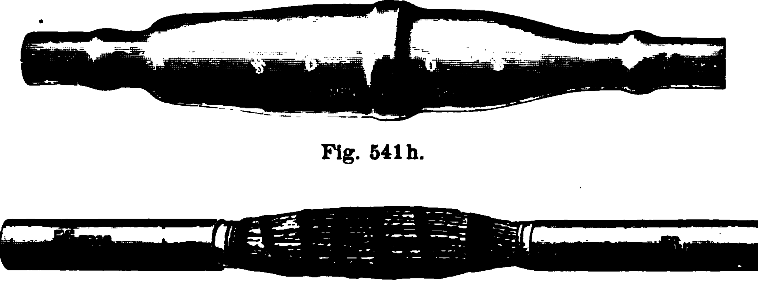


Fig. 541 h.

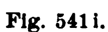
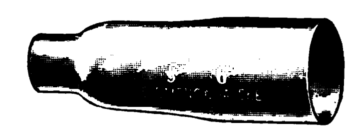


Fig. 541 i.



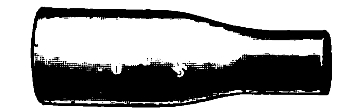


Fig. 541 k.

kleine Wasserläufe oder sumpfigen Boden zu verlegen sind, die Flusskabelmuffen zur Umkleidung der Kabel in Gewässern an denjenigen Stellen, wo die Strömung oder felsiger Untergrund, in welchen das Kabel nicht eingebaggert werden kann, eine Gefahr für das Kabel bildet.

Weitere Hülfsmaterialien.

Steingutröhren kommen zur Anwendung, wenn Guttaperchakabel in der Nähe von Brennereien, Brauereien oder chemischen Fabriken verlegt werden, deren oft heisse, Säuren und Ätzalkalien enthaltende Abwasser die Guttapercha leicht verderben können.

Zweiteilige Eisenrohre von der Konstruktion der Lötmuffen für Guttaperchakabel kommen an den Stellen zur Anwendung, wo die Guttaperchakabel sich den Hauptrohren von Gasleitungen auf 1 m oder den Zuleitungsrohren auf 25 cm nähern. Sie sind an den Stossflächen und den Enden durch Gummiliderung, Asphalt, Verlötung oder auf sonstige Art sorgfältig zu dichten. Die Rohre müssen auf beiden Seiten um 50 cm über die Gasröhren hinausreichen.

Halbmuffen aus Cement, Beton oder glasiertem Thone dienen zum Schutze der Kabel gegen in der Nähe verlaufende Starkstromkabel, wenn der Abstand weniger als 50 cm beträgt oder die Kabel einander kreuzen, und weder die Telegraphenkabel noch die Starkstromkabel in gemauerten Kanälen liegen. Die Telegraphenkabel werden zunächst mit eisernen Rohren umkleidet, die an den Kreuzungsstellen nach jeder Seite hin 1,5 m und über die Endpunkte der Näherungsstrecke 2 bis 3 m hinausragen. Die eisernen Röhren werden dann auf der den Starkstromkabeln zugewendeten Seite auf eine genügende Länge mit Halbmuffen aus Cement u. s. w. bedeckt.

Kabelrinnen bez. Kabelkasten werden aus bestem trockenen und astfreien, thunlichst mit einem fäulnishindernden Stoffe zubereiteten Kiefernholze hergestellt und mit einem Anstriche von heller Ölfarbe versehen; sie dienen zur Führung der Kabel durch Tunnel oder über Brücken — Gitterbrücken —, deren Konstruktion eine Einbettung des Kabels in den Brückenkörper nicht gestattet. Für eiserne Brücken sind die Kabelkasten aus Eisenblech zu fertigen. Die Kabelrinnen und Kabelkasten sind mit einem die Wärme schlecht leitenden und der Fäulnis nicht ausgesetzten Material, wie Schlackenwolle, Holzasche oder Lehm auszufüllen.

Ziegelsteine, sogenannte Backsteine, die gut gebrannt sein müssen, sind der Länge nach und bei mehreren Kabeln der Breite nach über die durch eine Schicht von steinfreier Erde bedeckten Kabel zu verlegen, um die Kabel vor Beschädigungen bei Aufgrabungen zu schützen.

Markirsteine dienen zur Bezeichnung des Kabellagers; es kommen Basalt- oder Granitsteine in Würfelform mit etwa 30 cm Seitenlänge, in deren oberer Fläche der Buchstabe *T* eingehauen ist, zur Anwendung. Sie werden namentlich an solchen Punkten in das Pflaster eingelassen, an denen sich Lötstellen befinden, oder die Richtung des Kabelzugs sich ändert.

Weitere Hülfskonstruktionen für Kabellinien sind ferner die Überführungssäulen, die Tunnelkasten mit Mauerbügeln, die Stangenblitzableiter, die Kabelbrunnen und die Kabelhalter für Flusskabel, sowie die Kabelendverschlüsse und Kabelüberführungsmuffen; sie kommen in dem Abschnitt über die Herstellung der Kabellinien zur Besprechung.

Lötmaterialien für Kabelanlagen.

Lötmaterialien für Kabelanlagen. Ausser den Lötmaterialien für oberirdische Leitungen kommen zur Verwendung

1. für Guttaperchakabel: Guttapercha in Platten und Chatterton compound. Letzteres ist ein Gemisch von Guttapercha, Kautschuk und Holztheer;

2. für Faserstoffkabel: Stabilitscheiben mit 7 und 14 Löchern bez. Einschnitten zum Auseinanderhalten der einzelnen Leitungsadern. Stabilit ist eine Art Ebonit, jedoch von besserer Isolierfähigkeit.

Kupferröhrchen von etwa 2 cm Länge und entsprechender Weite mit seitlichem Schlitze zur Verbindung der Drähte.

Röhrenlötzinn, bestehend aus Lötzinn von der gewöhnlichen Zusammensetzung in Röhrenform. Im Innern befindet sich eine dem Kolophonium ähnliche Masse, welche mit dem Lötzinn unter der Hitze des Lötkolbens schmilzt und verdampft und so die Stelle des Lötwassers vertritt.

Isoliermasse zum Abdämpfen bez. Austrocknen der Lötstelle und zum Ausgiessen der mittleren Muffen. Die Zusammensetzung ist Fabrikgeheimnis.

Asphalt zum Ausfüllen der seitlichen Kammern der Lötmuffe.

3. Für Fernsprechkabel: Papierröhrchen (Asphaltpapier) von 4,5 cm Länge zum Isolieren der Würgelötstellen in den einzelnen Adern.

Kupferröhren mit Nummern zum Bezeichnen der Adern.

Nesselband mit Isoliermasse getränkt zum Umwickeln der Adern zu einem festen Ganzen.

Isoliermasse und Asphalt zum Abdampfen bez. Ausfüllen der Kammern, Bleimörtel zum Verschliessen mit Bleimuffen.

4. Zimmerleitungsmaterialien.

Einaderige und vieraderige Bleirohrkabel.

Einaderige und vieraderige Bleirohrkabel. Sie dienen zur Herstellung der Zimmerleitung von Telegraphenanstalten. Jede Kabelader besteht aus einem 1 bis 1,5 mm starken Kupferdrahte, der zunächst mit einer Lage Papier, darüber mit zwei einander entgegengesetzt gerichteten Baumwollumspinnungen und endlich mit einer Zwirnklöppelung umgeben ist. Bei dem vieraderigen Kabel sind die derartig hergestellten Adern verseilt und mit einer Juteumspinnung versehen. Die Isolierhülle der Kabel wird mit guter Compoundmasse in der Weise getränkt, dass aus den Poren des Papiers, der Baumwolle und des Zwirnes — sowie der Jute der vieraderigen Kabel — jede Spur von Feuchtigkeit ausgetrieben ist. Die imprägnierte Kabelseele ist mit einem fest umschliessenden konzentrischen Bleimantel von 0,8 mm Stärke bei den einaderigen und von 1 mm Stärke bei den vieraderigen Kabeln umpresst.

Bleirohrkabel mit einer und vier Doppeladern.

Bleirohrkabel mit einer und vier Doppeladern werden für Fernsprechzwecke verwendet. Jede Kabelader besteht aus einem Kupferdrahte von 0,7 oder 1 mm Durchmesser und ist mit 4 Baumwollumspinnungen versehen, welche abwechselnd in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Die beiden bez. je zwei Adern sind zu einer Doppelader verseilt. Über den Adern befindet sich eine Juteumspinnung. Zur Abrundung des Kabels mit einer Doppelader dienen Juteeinlauffäden, welche unterhalb der Juteumspinnung eingelegt sind. Die Tränkung mit Isoliermasse und die Umpressung mit einem Bleimantel ist dieselbe wie bei den Bleirohrkabeln für Telegraphenzwecke.

Wetterbeständige Gummibanddrähte und Gummibandkabel.

Wetterbeständige Gummibanddrähte und Gummibandkabel werden neuerdings vielfach an Stelle der Bleirohrkabel mit 1 bis 4 Leitungsadern benutzt. Der Kupferdurchmesser beträgt 0,8 bis 1 mm. Die Gummibanddrähte mit Doppeladern bestehen entweder aus miteinander verseilten Drähten oder aus flach nebeneinander und zusammen umklöppelten Adern. Bei den vieraderigen Kabeln sind die Adern miteinander verseilt und mit einer äusseren Umklöppelung versehen; die doppeladerigen Kabel haben unter dieser Umklöppelung zunächst noch eine Umspinnung. Das Ganze ist mit einer wetterbeständigen Masse getränkt.

Wachsdraht.

Wachsdraht dient hauptsächlich zur Herstellung der Zimmerleitungen in Fernsprechstellen und zur Herstellung der Verbindungen in den Umschalteräumen der Fernsprech-Vermittelungsanstalten. Es kommt gewöhnlicher Wachsdraht und solcher mit flammensicherem Anstrich zur Verwendung.

Wachsdraht für trockene Räume besteht aus einem mit Baumwolle doppelt kreuzweise umsponnenen Kupferdrahte von 1 mm Stärke. Die untere Umspinnung ist asphaltiert, die obere in grauer Farbe mit Ceresin getränkt.

Wachsdraht für feuchte Räume besteht aus einem 1 mm starken Kupferleiter, welcher mit Papier umwickelt, dann mit Baumwolle umsponnen und mit besonders zusammengesetzter wachsähnlicher Masse imprägniert, alsdann nochmals mit Papier umwickelt, umsponnen und gewachst ist.

Für die Umschalteräume der Fernsprech-Vermittelungsanstalten kommt an Stelle des bisher gebräuchlichen Asbestdrahts Wachsdraht mit flammensicherem Anstrich und einem verzinnten Kupferleiter von 1 mm Stärke zur Anwendung. Die Kupferader ist mit Baumwolle umsponnen, dann mit einem Gummibande dick umlegt, dann wieder umsponnen und feuersicher getränkt.

Wachsdrähte mit Doppeladern haben eine den einaderigen Sorten entsprechende Konstruktion.

Gummikabel.

Gummikabel mit 4, 7, 14, 28 und 56 Doppeladern von der bereits S. 653 beschriebenen Konstruktion kommen zur Einführung der Anschlussleitungen in die Vermittelungsanstalten auf der Strecke von dem Einführungsgerüste nach den Schmelzsicherungen bez. Blitzableitern, oder auf der Strecke von den Kabelendverschlüssen nach den Schmelzsicherungen bez. Blitzableitern zur Verwendung, im letzteren Falle dann, wenn die Kabel vor Feuchtigkeit und Beschädigungen geschützt werden müssen.

Paraffinkabel.

Paraffinkabel mit Asbestumflechtung werden verwendet, wenn die Kabel auf dem Wege von den Endverschlüssen bis zu den Umschaltegestellen in trockenen Räumen untergebracht und keinen Beschädigungen ausgesetzt sind. Ferner werden sie auch zur Herstellung der Verbindungen von den Blitzableitern oder Umschaltegestellen bis zu den Klappenschränken der Vermittelungsanstalten ohne Vielfachbetrieb benutzt.

Baumwollseidenkabel.

Baumwollseidenkabel werden zur Verbindung der Umschaltegestelle mit den Vielfachumschaltetafeln der Vermittelungsanstalten und zur Herstellung der Klinkenverbindungen in den Umschaltetafeln selbst benutzt. Es kommen 63-aderige Baumwollseidenkabel mit 21 Doppeladern und 21 Einzeladern, sowie 42-aderige Kabel mit 21 Doppeladern zur Verwendung.

5. Baugeräte, Werkzeuge und Schutzvorrichtungen.

Erdbohrer. Er wird zum Bohren der Stangenlöcher in steinfreiem, nicht zu trockenem Lehm- oder Humusboden verwendet und besteht im wesentlichen aus einem grossen eisernen Bohrer mit schaufelförmig verbreitertem Bohrgewinde. Der Bohrer wird an dem oberen Handgriffe von zwei Arbeitern nach derselben Richtung gedreht. Nach ungefähr je 15 cm tiefem Eindringen des Bohrers in die Erde wird er senkrecht in die Höhe gezogen und dadurch die gelöste Erde aus dem Loche herausgehoben. Die Anwendung des Erdbohrers und der ähnlich konstruierten Lochschaufel ist eine nur beschränkte, gewöhnlich werden zur Herstellung der Stangenlöcher Spaten, Spitzhacken und gewöhnliche Schaufeln benutzt.

Gusseiserne Stampfe mit hölzernem Stiele. Sie dient zum Feststampfen der Erde beim Verfüllen der Stangenlöcher. Der Eisenteil hat die Form eines abgestumpften Kegels.

Drahtwinde (älterer Form). Sie dient zum Ausrecken des Leitungsdrahts. Das Ausrecken hat den Zweck, die im Drahte vorhandenen Biegungen, Knicke u. s. w. zu beseitigen und den Draht einer Prüfung auf

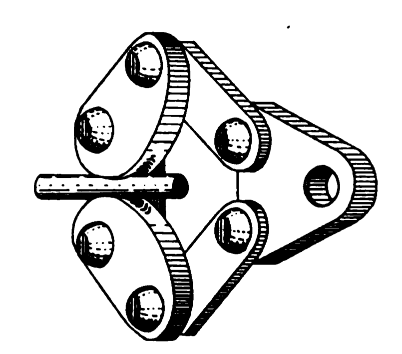


Fig. 542.

das Vorhandensein fehlerhafter Stellen zu unterwerfen. Die Drahtwinde ist eine kleine, aus zwei Achsen mit gezahnten Rädern zusammengesetzte Maschine, von welcher bei Drehung einer auf der einen Achse befestigten Kurbel mit Sperrad und Sperrhaken eine Kette oder ein schwaches Tau auf eine auf der anderen Achse befindliche Trommel mit vervielfältigter Kraft aufgewickelt wird. Am Ende der Kette oder des Taues wird eine Froschklemme befestigt, wenn Eisendraht gezogen werden soll, oder eine Kniehebelklemme, wenn Bronzedraht oder Doppelmetalldraht gezogen werden soll.

Drahtwinde (neuerer Form). Diese Drahtwinde lässt sich leichter befördern und an der Stange befestigen als die vorbeschriebene. Sie besteht aus zwei Teilen: der eigentlichen Winde und dem Windenhalter. Auf der Trommel ist an Stelle der Kette ein 8,5 cm breiter Hanfgurt angebracht. Zuerst wird der Halter an der Stange unverrückbar festgelegt und dann die Winde eingehängt; diese ermöglicht durch die Wahl des Gurtes statt der Kette ein stetig zunehmendes Anspannen des Drahtes ohne jeden Ruck.

Froschklemme.

Froschklemme (Fig. 542). Sie besteht aus sechs beweglich miteinander verbundenen Eisenstücken, von denen zwei, die Klemmbacken, gehärtet sind und an ihren Innenseiten halbrunde Vertiefungen mit eingehauener, verstählter Oberfläche haben, um den Draht fest zwischen sich einzuklemmen, wenn die Froschklemme durch die Kette der Drahtwinde angespannt wird.

Kniehebelklemme.

Kniehebelklemme. Sie hat die durch Fig. 543 veranschaulichte Einrichtung. Durch eine Spiralfeder und einen an der Seite befindlichen Haken lässt sie sich bequem öffnen und schliessen. Die Klemmbacken sind mit Bronzeeinlage versehen, damit der Bronzedraht etc. in der Klemme keine Beschädigung erleidet.

Haspeln und Trommeln für Bronzedraht.

Haspeln und Trommeln für Bronzedraht. Sie kommen bei der Auslegung des Drahtes zur Verwendung und bestehen aus einfachen Holz-

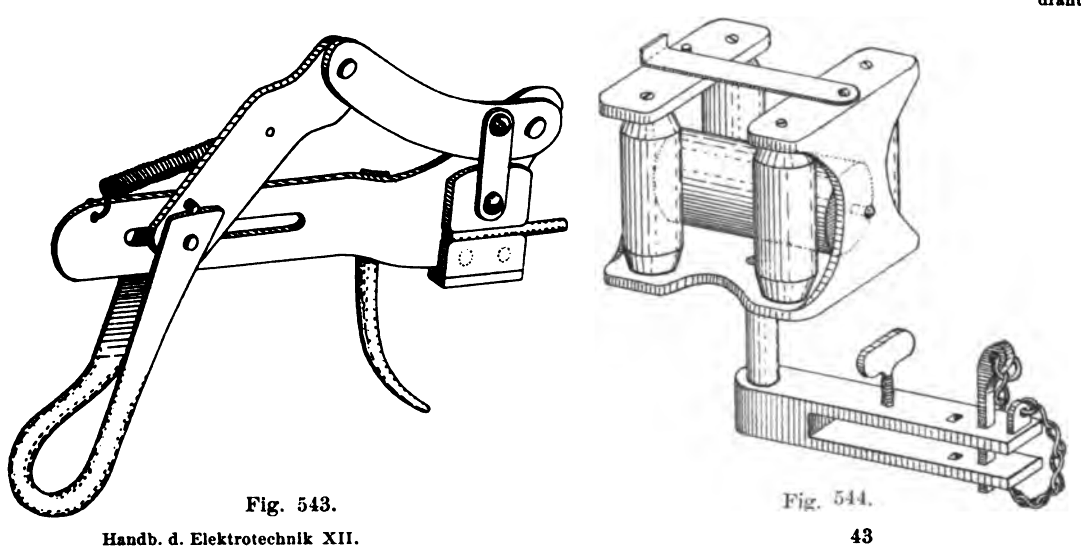
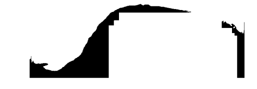


Fig. 543. Fig. 544.



lattenkonstruktionen von der Form eines abgestumpften Kegels oder Cylinders; im ersteren Falle ist die Achse wagerecht, im letzteren senkrecht gerichtet.

Drahtzugvorrichtung für Bronzedraht.

Drahtzugvorrichtung für Bronzedraht (Fig. 544). Sie wird bei Herstellung der Bronzedrahtleitungen an Dachgestängen benutzt und dient dazu, das Reiben des Drahtes an den scharfen Kanten der eisernen Querträger zu verhüten. Im wesentlichen besteht sie aus vier senkrechten und einer wagerechten Rolle aus weichem Eisen; zwischen den Rollen läuft der Bronzedraht. Ein Vorreiber verhindert das Herausspringen des Drahtes aus der Zugvorrichtung. Das ganze Rollensystem ist um eine senkrechte Achse drehbar, die auf einer eisernen Zwinge sitzt, mit welcher die Zugvorrichtung an einem Querträger befestigt wird. Eine solche Zugvorrichtung ist auf jedem Rohrständer anzubringen, über welchen der zu ziehende Draht laufen muss.

Kabelwinde.

Kabelwinde. Sie wird zum Einziehen von Kabeln in eiserne Rohrstränge oder Cementkanäle benutzt. In dem unteren Teile des kräftigen, aus Eichenholz gefertigten und durch eiserne Bolzen zusammengehaltenen Gestells der Winde ist eine Trommel gelagert, welche zur Aufwicklung des Zugseils dient. Auf der Trommelwelle sitzt ein Zahnrad, das in ein anderes Rad eingreift. Mit der Welle des letzteren Rades sind zwei weitere Räder verbunden, die in je ein kleineres Rad eingreifen. Die beiden Räderpaare sind so angeordnet, dass mit einem Handgriffe das eine aus- und das andere eingerückt werden kann. Es kann so durch Anwendung der verschiedenen Übersetzungen die Vorwärtsbewegung des Kabels in dem Rohre geregelt werden.

Sicherheitsstange zum Zusammenschrauben der Rohrständer.

Sicherheitsstange zum Zusammenschrauben der Rohrständer. Sie besteht aus zwei miteinander vernieteten, starken Winkeleisen von etwa 2,5 m Länge, sowie aus einer feststehenden unteren, einer verschiebbaren mittleren und einer drehbaren oberen Schelle. Sämtliche Schellen sind mit Scharnieren versehen, die untere und die mittlere werden mittelst Schraubenbolzen mit Mutter, die obere mittelst eines Schraubenbolzens mit Griff zusammengehalten. Beim Aufrichten des Rohrständeroberteils werden die untere und die mittlere Schelle an dem bereits vorher an dem Dachgebälk u. s. w. befestigten Rohrständerunterteile festgelegt, und zwar erhält die untere Schelle ihren Platz über der Bedachung, die mittlere etwa 10 cm unterhalb des Muttergewindes des Rohrständers. Hierauf wird der obere Teil des Rohrständers vom Bodenraum aus in die obere Schelle hineingeschoben, in eine senkrechte Stellung gebracht und in den Rohrständerunterteil eingeschraubt.

Tragbare Dachschutzvorrichtung.

Die tragbare Dachschutzvorrichtung zur Verhinderung des Herabfallens von Gegenständen bei Fernsprechbauarbeiten auf Dächern besteht aus drei mit engmaschigem Drahtgeflecht überzogenen Holzrahmen von je 1 m Länge und 40 cm Breite, welche durch zwei Scharniere miteinander verbunden sind. Jeder Rahmen ist am unteren Teile mit einem nach jeder Seite ausladenden Auflieger versehen, durch den die Schutzvorrichtung senkrecht zur Dachfläche gestellt werden kann. Mittelst 3 Leinen, die an den Ösen der Auflieger befestigt werden, wird sie auf dem Dache festgelegt.

Sicherheitsgürtel.

Sicherheitsgürtel mit Karabinerhaken und Leine oder einfache Leinen mit Karabinerhaken sind von den Telegrahenarbeitern u. s. w. bei allen Arbeiten anzulegen, bei denen eine Gefahr des Abstürzens von den Rohrständern, Gestängen und sonstigen Baukonstruktionen vorliegt.

Weitere Baugeräte und Werkzeuge sind im wesentlichen folgende: Äxte, Beile, eiserne und hölzerne Hämmer, Bohrer, Bohrkurbeln, Brenneisenstempel, Leitern, flache, dreikantige und halbrunde Feilen, Feilkloben, Kneifzangen, Beisszangen, Flachzangen, Spitzzangen, Flaschenzüge, Ketten, Leinen, Hanfstränge, Lederlappen, Schwämme, Pinsel, Metermaasse, Meissel, Raspeln, Sägen, Schneidemesser, Schraubenzieher, englische Schraubenschlüssel, Schraubenschlüssel für Isolatorstützen, Schraubstöcke und Winden.

III. Bau von Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

I. Vorbereitungsarbeiten.

a) Auskundung neuer Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

Telegraphenlinien werden vorzugsweise an Eisenbahnen und Kunststrassen geführt, Fernsprechanlagen dagegen meist nur an Kunststrassen, in den Städten thunlichst an eisernen Dachgestängen.

Für die Führung der Telegraphenlinien an den Eisenbahnen sind im Reichs-Telegraphengebiet die Bestimmungen des Bundesratsbeschlusses vom 21. Dezember 1868 sowie der mit den Eisenbahnverwaltungen abgeschlossenen Verträge, und für die Benutzung der öffentlichen Wege, Plätze, Brücken und Gewässer zu Telegraphen- und Fernsprechzwecken die Bestimmungen des Telegraphen-Wegegesetzes vom 18. Dezember 1899 maassgebend.

Sobald der für eine neue Linie zu benutzende Weg bestimmt worden ist, erfolgt dessen Auskundung.

Die Auskundung umfasst:

1. die genaue Feststellung der Richtungslinie oder des Traktes,
2. die Ermittelung der genauen Länge der Linie und des hierdurch sowie durch die besonderen örtlichen Verhältnisse bedingten Materialbedarfs,
3. die Ermittelung aller sonstigen Verhältnisse, welche auf die Kostenveranschlagung oder Bauausführung von Einfluss sind,
4. die Beschaffung von Materialienlagern.

Feststellung der Richtungslinie.

Feststellung der Richtungslinie. Die Ermittelung des Traktes erstreckt sich im allgemeinen auf die Bestimmung derjenigen Seite der Strasse oder des Eisenbahngeländes, auf welcher die Stangen aufgestellt werden sollen, und auf die Festlegung der Punkte, an denen die Strasse oder die Eisenbahn erforderlichen Falles mit den Leitungen zu überschreiten ist. Abweichungen von der geraden Richtung sind thunlichst zu vermeiden.

Das Gestänge an den Eisenbahnen ist auf der den herrschenden Winden abgekehrten Seite des Eisenbahngeländes aufzustellen, damit etwa umbrechende Stangen u. s. w. nicht auf die Schienengleise geworfen werden. Auf den Strassen ist zur Aufstellung des Gestänges umgekehrt die den herrschenden Winden zugekehrte Seite des Strassenkörpers zu wählen, damit die Baumzweige durch den Wind von den Leitungen abgebogen werden.

Auf Eisenbahngelände muss die Linie in ihren sämtlichen Teilen ausserhalb des Normalprofils, d. i. die Umgrenzung des lichten Raumes, welcher für die freie Bahn und für die Gleise innerhalb der Stationen vorgeschrieben ist, geführt werden. Die Sehlinie zur Beobachtung der optischen Bahnsignale darf ebenfalls nicht verdeckt werden. Für Bahnhöfe empfiehlt es sich daher, die Stangen an die Grenze des Bahngeländes zu stellen. Auf den Strassen sind die Stangen möglichst so aufzustellen, dass die Leitungen mit den Baumzweigen nicht in Berührung kommen oder zur Isolierung derselben nur geringe Ausästungen vorzunehmen sind; die Sohle der Entwässerungsgräben ist zum Aufstellen der Stangen nicht zu benutzen.

Bei der Auskundung einer neuen Stadt-Fernsprecheinrichtung ist noch folgendes in Betracht zu ziehen. Das Liniennetz ist, soweit angängig, oberirdisch und zwar innerhalb der Orte unter Benutzung der Häuser zur Anbringung der Leitungsstützvorrichtungen herzustellen. Müssen Kabel gelegt werden, so sind hierzu möglichst die Bürgersteige zu benutzen. Bei Aufstellung des Planes für das Liniennetz ist darauf Bedacht zu nehmen, dass auch bei späterer erheblicher Ausdehnung der Anlage auf der einmal geschaffenen Grundlage ohne Schwierigkeit leicht und sicher fortgebaut werden kann. Liegt die Fernsprech-Vermittelungsanstalt ungefähr in der Mitte des Ortes, so sind die Linien strahlenförmig nach allen Seiten hin, soweit als möglich jedoch unverzweigt in geschlossenen Zügen zu führen. Liegt die Vermittelungsanstalt am Ende des Ortes, so sind die Anschlussleitungen in geschlossenen Hauptzügen bis zum verkehrsreichsten Stadtteil und von den hier nach Erfordernis herzustelleuden Umschaltegestängen in Zweiglinien nach den weniger verkehrsreichen Stadtgegenden zu führen.

Annäherungen der Linienzüge an Starkstromanlagen und Kreuzungen mit den letzteren sind thunlichst zu vermeiden. Eisenbahnen sind mit den Linienzügen rechtwinklig und mit geringen Spannweiten zu überschreiten.

Materialbedarf.

Materialbedarf. Die Ermittelung des Materialbedarfs erfolgt unter Zugrundelegung der für gewöhnliche Verhältnisse festgesetzten, für 1 km Länge geltenden Bedarfssätze und unter gleichzeitiger Berücksichtigung der durch die örtlichen Verhältnisse gebotenen besonderen Maassnahmen. Die Länge der Linie ist nach den an den Eisenbahnen und Kunststrassen stehenden Nummersteinen zu ermitteln und, wo solche nicht vorhanden sind, durch Nachfrage bei den in Betracht kommenden Behörden festzustellen. Erforderlichen Falles muss eine Aufmessung der Strecke erfolgen. Besonders sind noch folgende Punkte zu beachten.

In Krümmungen müssen zur Erzielung einer grösseren Standfestigkeit die Stangenabstände verkürzt und die Stangen mit Verstärkungsmitteln versehen werden.

Überführungsstangen. Bei Überführung der Linie über die Schienengleise und den Strassenkörper müssen entweder beide oder auch nur eine der Überführungsstangen so hoch gewählt werden, dass der Ab-

stand der untersten Leitung von den Gleisen bei der grössten Ausdehnung des Drahtes durch die Wärme noch 6 m beträgt. Auch für die Höhe der Leitungen über dem Strassenkörper wird diese Entfernung selbst dann genügen, wenn hochbeladene Fuhrwerke auf der Strasse verkehren. Für gewöhnliche Wege, insbesondere die sich abzweigenden Feldwege, genügt zumeist eine Höhe des untersten Drahtes von 4,5 m über dem Strassenkörper.

Überschreitung von Gewässern. Bei Überführung der Telegraphen- und Fernsprechlinien über Gewässer ist zunächst zu prüfen, ob sie unter Verwendung blanken Drahtes ausführbar ist und die hierzu erforderlichen Stützvorrichtungen an beiden Ufern oder an den Brücken angebracht werden können. Ist dies nicht möglich, so muss auf die Auslegung eines Kabels in dem Brückenkörper selbst oder in einem an der Brücke zu befestigenden Kabelkasten oder auch seitwärts von der Brücke in das Wasser Bedacht genommen werden.

Ist eine feste Brücke nicht vorhanden, oder die vorhandene nicht benutzbar und die Spannweite über das Gewässer für oberirdische Führung zu gross, so ist ein Kabel durch das Gewässer zu verlegen. Die Auslegung des Kabels erfolgt an einer solchen Stelle, an welcher es sich — wie z. B. an Fährstellen — unter steter Aufsicht befindet, an welcher ferner Schiffe nicht zu ankern pflegen, und wo kein felsiger Untergrund vorhanden ist. Form und Beschaffenheit des Untergrundes sowie die Breite des Gewässers sind soweit erforderlich durch Rückfrage bei den Wasserbaubehörden festzustellen. Je nach der Stärke der Strömung ist der ermittelten Kabellänge noch bis 5 Prozent der Länge für Abtrieb beim Verlegen hinzuzurechnen. Die Kabelüberführungssäulen müssen ausserhalb des Überschwemmungsgebiets zu stehen kommen.

Linienführung durch Tunnel. Befindet sich im Zuge einer neu herzustellenden Linie ein Tunnel, so werden nach Maassgabe der örtlichen Verhältnisse die Leitungen entweder in gewöhnlicher Weise über den Berg hinweg oder durch den Tunnel mittelst blanker, an Mauerbügeln zu befestigender Drähte oder mittelst Kabels hindurchgeführt. An Stelle der in letzterem Falle meist gebräuchlichen Kabelrinnen können die Kabel auch in Nuten, die in die Tunnelwand eingehauen oder beim Ausmauern des Tunnels ausgespart sind, gelegt werden. Eine Auslegung der Kabel in der Tunnelsohle hat nur im Notfalle zu erfolgen.

Linienführung über Viadukte. Zur Führung der Leitungen über Viadukte sind eiserne Stangen, Mauerbügel oder sonstige den örtlichen Verhältnissen angepasste Konstruktionen zu wählen. Selten wird es mit Rücksicht auf die Zahl der Leitungen und die Stärke der herrschenden Winde geboten sein, den Viadukt in versenkter Leitungsführung zu überschreiten.

Materialbedarf für eiserne Dachgestänge. Für die Berechnung des Materials der Linien mit eisernen Dachgestängen in Stadt-Fernsprecheinrichtungen gilt noch Folgendes. Der durchschnittliche Abstand der Dachstützpunkte ist auf etwa 100 m zu bemessen; grössere Spannweiten als 150 m sind zu vermeiden. An einem einfachen Rohrständer sind höchstens 30, an einem Doppelgestänge höchstens 200 und an einem Dreigestänge höchstens 300 Leitungen anzubringen.

Untersuchungsstellen.

Untersuchungsstellen. Um in Störungsfällen eine schnelle Eingrenzung der Fehler in Telegraphen- oder Fernsprech-Verbindungsleitungen bewirken zu können, sind an geeigneten Punkten Untersuchungsstellen

einzurichten. Sie ermöglichen es, dass die Leitung dort getrennt und mit ihren Zweigen isoliert oder an Erde gelegt werden kann.

Materialienlager.

Materialienlager. Die Baumaterialien müssen rechtzeitig vor Beginn der Bauausführung auf der Baustrecke vorhanden sein. Es wird meist thunlich sein, sie bei den an der Strecke gelegenen Verkehrsanstalten und in den bestehenden Stangenlagern unterzubringen. Bei Auswahl der Materialienlager ist darauf zu achten, dass die Materialien bei späterer Verteilung nicht grössere Strecken bergauf zu befördern sind.

Auskundung versenkter Linien.

Auskundung versenkter Linien. Für die unterirdischen Telegraphen- und Fernsprechlinien ist stets der kürzeste Weg zu nehmen, es sei denn, dass vorhandene Gas-, Wasser-, Entwässerungs- und Starkstromanlagen u. s. w., welche umfangreiche kostspielige Änderungen erfahren müssten, zum Einschlagen eines Umwegs nötigen.

Bei der Auskundung eines unterirdischen Liniennetzes für Stadt-Fernsprecheinrichtungen ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die einzelnen Kabellinien möglichst strahlenförmig von der Vermittelungsanstalt ausgehen und in einer den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Entfernung an passend gelegenen Punkten, den sogenannten Kabelaufführungspunkten, enden.

Kabel, Kabelrohre und Cementkanäle müssen eine von den Gas- u. s. w. Anlagen möglichst unabhängige und auch sonst gesicherte Lage erhalten.

Eine Verlegung der Kabel unter den Schienengleisen der Strassenbahnen ist unstatthaft.

Das Erdreich ist daraufhin zu prüfen, ob es eine den Kabeln schädliche Zusammensetzung hat oder mit schädlichen Abwässern und Gasen getränkt ist, z. B. dürfen Guttaperchakabel nicht in cementhaltiges Erdreich verlegt werden. Ferner muss bei Auslegung von Faserstoffkabeln solches Erdreich vermieden werden, das mit Abwässern von Bedürfnisanstalten u. s. w. durchdrungen und mit Bauschutt und organischen Substanzen durchsetzt ist, weil durch den hier stattfindenden Verwesungsprozess die Bleihülle des Kabels bald zerstört werden würde.

Bei Kreuzungen mit Eisenbahngleisen sind die Kabel in der ganzen Breite der Gleise in eiserne Rohre zu ziehen.

Bei eisernen Rohrsträngen und Cementkanälen sind für die Anfangs- und Endpunkte sowie die Winkelpunkte der Kabellinie und im übrigen bei geradlinigem Strassenverlauf in Abständen von 100 bis 150 m Kabelbrunnen vorzusehen.

b) Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegen die Einwirkungen elektrischer Starkströme.

Bei Kreuzungen oberirdischer Schwachstromleitungen mit oberirdischen Starkstromleitungen und an denjenigen Stellen, wo die Schwachstromleitungen neben den oberirdischen Starkstromleitungen in einem Abstande von weniger als 10 m verlaufen, müssen neu herzustellende Schwachstromleitungen entweder aus fabrikmässig hergestelltem isolierten Drahte gefertigt werden, oder es sind geeignete Schutzvorrichtungen (geerdete Schutznetze u. s. w.) auf eine ausreichende Strecke zwischen beiden Gattungen von Leitungen derart anzubringen, dass sie eine unmittelbare Berührung der Leitungen auch beim Reissen derselben unter allen Umständen verhindern. Von der An-

bringung dieser Schutzmaassregeln für die Näherungsstrecken darf nur dann abgesehen werden, wenn nach Maassgabe der vorhandenen Baumpflanzungen oder der sonstigen örtlichen Verhältnisse eine Berührung der beiderseitigen Leitungen auch beim Umbruche der Gestänge und beim Zerreissen von Drähten ausgeschlossen ist. Die Verwendung isolierten Drahtes für die Starkstromleitungen ist nur dann als ausreichender Schutz zu betrachten, wenn die normale Betriebsspannung 1000 Volt nicht übersteigt.

Kreuzungen mit Starkstromleitungen sind möglichst rechtwinklig auszuführen. Der Abstand der beiderseitigen Leitungen soll in vertikaler Richtung nicht weniger als 1 m und bei seitlicher Annäherung nicht weniger als 1,25 m betragen. Der zur Verwendung kommende isolierte Draht muss so beschaffen sein, dass seine Isolierhülle nicht durchschlagen wird, wenn sie einer Spannung ausgesetzt ist, welche das Doppelte der Betriebsspannung beträgt.

Zum weiteren Schutze sind in die oberirdischen Schwachstromleitungen Schmelzsicherungen einzuschalten.

Bei unterirdischer Führung sind die Schwachstromkabel möglichst weit weg von den Starkstromkabeln, wenn angängig auf der anderen Strassenseite zu verlegen. Bei Kreuzungen muss der Abstand der beiderseitigen Kabel mindestens 40 cm betragen. Wegen der Verwendung von Eisenrohren und Halbmuffen aus Cement u. s. w. zum Schutze der Schwachstromkabel bei Kreuzungen mit Starkstromkabeln und bei seitlicher Annäherung auf weniger als 50 cm siehe Seite 669.

c) Der Kostenanschlag.

Er besteht aus den Erläuterungen, der Nachweisung über die auf den einzelnen Strecken auszuführenden Arbeiten und den 5 Kostentiteln.

In den Erläuterungen zum Kostenanschlage sind die durch die örtlichen Verhältnisse bedingten besonderen Einrichtungen und Anordnungen zu erörtern.

Der Nachweisung über die auf den einzelnen Strecken auszuführenden Arbeiten ist eine Handzeichnung oder ein Lageplan — bei den Fernsprecheinrichtungen u. U. für jeden Hauptlinienzug besonders — beizufügen. Eisenbahnstrecken sind mit blauer, Landwege mit gelber, bestehende Telegraphen- oder Fernsprechlinien mit schwarzer, und die neu herzustellenden Anlagen mit roter Farbe zu zeichnen. Neu herzustellende Leitungen sind zweckmässig durch punktierte rote Linien anzugeben. Eiserne Gestänge sind durch Linien mit kleinen Kreisen von der entsprechenden Farbe zu kennzeichnen, und zwar einfache Gestänge durch einen Kreis, Doppelgestänge durch zwei, Dreigestänge durch drei Kreise nebeneinander.

Titel I Materialien. Unter diesem Titel sind der erforderliche Materialbedarf zu berechnen bez. nachzuweisen und die Kosten für die Materialien aufzuführen. Ausser den reinen Beschaffungskosten sind die Nebenkosten und thunlichst auch die Kosten für die Beförderung der Materialien vom Lieferort oder dem Haupt-Materialienlager bis zu den der Baustelle zunächst gelegenen Lagern oder bis zu gewissen Eisenbahnknotenpunkten mit vorzusehen.

Titel II Arbeiten. Sind aussergewöhnlich hohe Arbeitslöhne zu zahlen, so sind die in Betracht kommenden Verhältnisse an betreffender Stelle kurz zu begründen.

Titel III Frachten. Es sind hier die Beförderungskosten zu veranschlagen, welche bei Titel I nicht mit ausgebracht werden können. Die Frachtkosten werden nach Kilometer-Doppelzentnern berechnet. 100 dz. Material auf 15 km Wegelänge = 1500 Kilometerdoppelzentner.

Titel IV Leitung und Aufsicht. Unter diesem Titel kommen die Tagegelder, Fuhrkosten und Bauschvergütungen der den Bau ausführenden Beamten — Leitungsrevisoren, Bauführer und Bauaufseher — zur Berechnung; Tagegelder u. s. w. für Leitungsaufseher werden bei Titel II veranschlagt.

Titel V Insgemein. Hier werden die Kosten für die Einrichtung neuer Betriebsstellen, Stadt-Fernsprechstellen u. s. w. oder die Erweiterung der bestehenden Betriebsstellen und Vermittelungsämter veranschlagt. Ein gewisser Betrag, gewöhnlich 1 bis 2 Prozent der Kosten unter Titel I—IV, ist für nicht besonders vorgesehene Leistungen auszubringen.

2. Ausführung oberirdischer Anlagen.

a) Herstellung des Gestänges.

Die Abeiten zur Herstellung des Gestänges bestehen

1. in dem Abpfählen der Linie,
2. im Verteilen der Baumaterialien aus den Lagern auf die Baustrecke,
3. in der Aufstellung der Stützvorrichtungen für die Leitungsdrähte,
4. in der Vornahme der erforderlichen Ausästungen, und
5. in dem Ziehen der Drahtleitung.

Abpfählen der Linie.

Abpfählen der Linie. Die Stangenstandpunkte werden durch Markierpfählchen bezeichnet, auf denen die Nummer des Stützpunkts anzugeben ist. Jedes Markierpfählchen ist nach der laufenden Nummer in ein Abpfählbuch einzutragen, worin auch die Art des Stützpunkts zu bezeichnen ist.

Verteilen der Baumaterialien.

Verteilen der Baumaterialien. Es wird zunächst das Material für das Gestänge verteilt. Ist die Linie sehr lang, so wird sie in mehrere Bauabschnitte eingeteilt. An Eisenbahnen erfolgt die Verteilung der Stangen für gewöhnlich mittelst der kleinen Streckenwagen oder Bahnmeisterwagen, an den Strassen mittelst Fuhrwerkes. An den Verwendungsstellen sind die Stangen so niederzulegen, dass sie den Strassenverkehr nicht stören; die Stammenden sind den Markierpfählchen zuzukehren, um ein Herumdrehen der Stange beim Aufstellen zu vermeiden.

Die Isoliervorrichtungen sind in der Regel nur auf die Länge der Arbeitsstrecke eines Tages zu verteilen; sie sind bei den Markierpfählchen in den Strassengräben thunlichst so niederzulegen, dass sie von Vorübergehenden nicht bemerkt werden.

Der Leitungsdraht ist erst kurz vor Beginn der Arbeiten zur Herstellung der Drahtleitung mittelst Bahnmeisterwagens oder Fuhrwerkes zu verteilen. Auf Landwegen wird nur die für einen Tag erforderliche Menge auf der Baustrecke verteilt; dies ist besonders für den Bronzedraht zu beachten, der wegen seines hohen Wertes leicht zu Diebstählen anreizt.

Eine genaue Bemessung der an den einzelnen Punkten niederzulegenden Drahtmengen ist unerlässlich, um das Hin- und Herschaffen von Draht auf

der Strecke und dadurch Verzögerungen bei Herstellung der Drahtleitung zu vermeiden.

Sämtliche Materialien sind sorgsam niederzulegen, um Stangenbrüche, Beschädigungen der Isoliervorrichtungen und des Drahtes, insbesondere des Bronzedrahts, zu verhüten.

Aufstellung d. Stützvorrichtungen.

Aufstellung der Stützvorrichtungen. Haben die Stangen längere Zeit gelagert, so ist vor ihrer Einstellung in die Linie der Theeranstrich des Zopfendes zu erneuern. Die Stangen sind so aufzustellen, dass der Stangenstempel dem Strassenkörper oder den Eisenbahngleisen zugekehrt ist.

Stangenlöcher.

Herstellung der Stangenlöcher. Die Stangenlöcher müssen so tief sein, dass die Stangen bei ebener Bodenfläche auf $^1/_5$, in Böschungen auf $^1/_4$ und bei Felsboden auf $^1/_7$ ihrer Länge in die Erde zu stehen kommen. Die Stangenlöcher werden gegraben oder gebohrt, in Felsboden gebrochen oder eingesprengt. Beim Ausheben des Bodens mit dem Spaten wird das Loch treppenartig angelegt, damit es nicht grösser, als unbedingt notwendig, ausfällt. Die Stange muss in einer Ecke des Loches gegen gewachsenen Boden stehen.

Zum Sprengen der Löcher wird gewöhnlich Sprengpulver, seltener Dynamit verwendet. Mit dem Steinbohrer wird ein 25—50 cm tiefes und 3—4 cm weites Loch gebohrt, dieses 8—10 cm hoch mit Sprengpulver gefüllt und darüber mit trockenem Sande, durch den eine Zündschnur hindurchgeführt ist, abgedeckt. Die Zündschnur muss so lang sein, dass der Sprengarbeiter nach dem Anzünden noch genügend Zeit hat, sich aus dem Bereiche der Sprengwirkung zu entfernen.

Nach Aufstellung der Stangen ist der vorher sorgsam abgehobene Rasen oder das Steinpflaster wieder aufzubringen.

Ausrüstung mit Isoliervorrichtungen.

Die Ausrüstung der Stangen mit Isoliervorrichtungen hat vor der Aufstellung der Stangen zu erfolgen.

Bei hakenförmigen Schraubenstützen wird die oberste Isoliervorrichtung auf derjenigen Seite der Stange 6 cm unterhalb des tiefsten Punktes der dachartigen Abschrägung eingeschraubt, welche der Strasse zugekehrt werden muss, also auf der Stempelseite. Die Anbringung weiterer Isoliervorrichtungen erfolgt dann wechselständig unter Einhaltung eines Höhenabstandes von 24 cm. An Überführungsstangen können zur Erzielung einer höheren Führung der Leitungen über den Bahnkörper oder Strassenkörper die Abstände der Isoliervorrichtungen bis auf 15 cm verringert werden.

Für Fernsprech-Anschlussleitungen beträgt der Isolatorenabstand 20 cm, an Überwegen ausnahmsweise 15 cm.

Die Löcher zur Aufnahme der Schraubenstützen müssen senkrecht zur Stangenachse und in der gehörigen Tiefe vorgebohrt werden. In das vorgebohrte Loch ist die Stütze so weit einzuschrauben, dass auch der nicht mit Schraubengewinde versehene Teil noch ein wenig im Holze sitzt.

Winkelstützen.

Winkelstützen zu 2 Leitungen sind so zu befestigen, dass der obere Schenkel der Winkelstütze senkrecht zur Längsachse der Stange steht. Die Winkelstützen werden wie die Schraubenstützen wechselständig 6 cm von dem tiefsten Punkte der dachartigen Abschrägung des Zopfendes ab mit 50 cm Abstand voneinander angebracht.

Querträger.

Querträger werden sämtlich an der gleichen Stangenseite angebracht. Der Abstand ihrer Oberkanten hat bei Telegraphen- und Fernsprech-Verbindungsleitungen 50 cm zu betragen, an Überwegen u. s. w. kann er auf 30 cm verringert werden. Der erste Querträger wird 6 cm unterhalb des tiefsten Punktes der dachartigen Abschrägung des Stangenzopfendes angeschraubt. Querträger für vier Telegraphenleitungen werden, wenn sich zwei oder mehrere am Gestänge befinden, an beiden Enden durch Versteifungsschienen zu einem festen System verbunden.

Bei Querträgern für Fernsprech-Verbindungsanlagen sind die zu einer Doppelleitung gehörigen Drähte auf die beiden Isoliervorrichtungen an derselben Stangenseite zu legen. Bei diesen Querträgern fallen die Versteifungsschienen weg, ebenso bei den Querträgern zu 8 Telegraphenleitungen.

Der Abstand der Querträger für Fernsprech-Anschlussleitungen ist auf 40 cm, bei Überwegen auf 30 cm zu bemessen.

Gewöhnlich sollen höchstens 5 Querträger an einer Stange oder einem hölzernen Doppelgestänge befestigt werden.

Aufstellen der Stangen.

Aufstellen der Stangen. — Zum Aufrichten der Stangen dient eine sogenannte Stangenscheere, bestehend aus zwei schwachen, scheerenartig verbundenen Stangen mit eisernen Spitzen. Die lotrechte Stellung der eingesetzten Stange wird von zwei um 90° voneinander abweichenden Richtungen aus mit einem Richtlote bestimmt. Bei gebohrten Löchern muss die Stange u. U. mit Wuchtkette und Wuchtbaum eingewuchtet werden.

In Felsboden muss man die Stangen zuweilen einmauern. Als Bindemittel für das Mauerwerk ist Cement zu nehmen, weil Kalkmörtel ein früheres Verderben des Holzes herbeiführt. Das in den Stangen enthaltene Kupfervitriol wird durch Kalkwasser zersetzt.

In sumpfigen Gegenden sind die Stangen zweckmässig mit Faschinenkörben aus Weidengeflecht (Fig. 545) zu umgeben, welche mit Sand ausgefüllt werden.

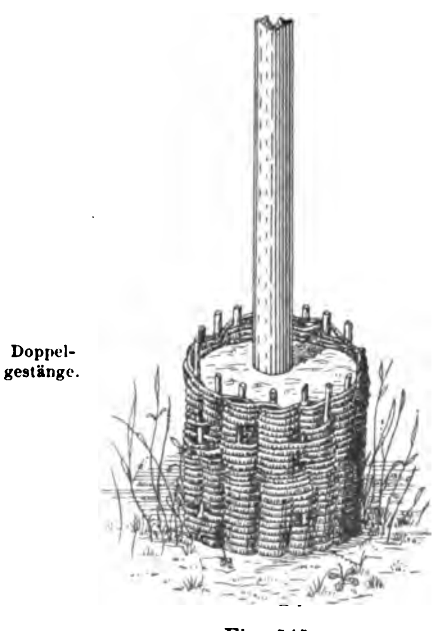


Fig. 545.

Wenn zum Einstellen hölzerner Stangen in die Erde in der Nähe von Mauern, Felsen, Viadukten u. s. w. genügender Raum nicht vorhanden ist, so sind die Stangen mittelst eiserner Schellen und unter Verwendung eines das Durchgleiten der Stange verhindernden eisernen Dornes an der Mauer u. s. w. zu befestigen. Die Schellen sitzen an Steinschrauben, die mit Blei, Cement oder Gips in das Mauerwerk einzulassen sind.

Doppelgestänge.

Doppelgestänge. Die noch vielfach vorhandenen Doppelgestänge älterer Bauart bestehen aus zwei Stangen von 7 oder 8,5 m Länge, welche am Stammende durch eine Schwelle, in der Mitte und am Zopfende durch je einen Querriegel derart miteinander verbunden sind, dass sie parallel zueinander stehen und ihr Abstand im Lichten 1,3 m beträgt. Zwischen der unteren und mittleren Querverbindung ist eine Strebe diagonal an-

gebracht. Der obere Querriegel oder Holm trägt 3 Isolierungsvorrichtungen Nr. I mit geraden Stützen, die Seitenstangen sind wechselständig mit Isolatoren auf hakenförmigen Stützen ausgerüstet.

Neuerdings werden die Doppelgestänge gleich bei ihrer Errichtung mit Querträgern zu 8 Leitungen ausgerüstet (Fig. 546); an Stelle des Holmes tritt dabei der oberste Querträger. Bei Gestängen in gerader Linie kann auch der Mittelriegel und die Strebe weggelassen werden. Doppelgestänge für Fernsprech-Anschlussleitungen werden mit Querträgern zu 20 Leitungen ausgerüstet, für welche Versteifungsschienen zur Verwendung kommen. Die beiden Stangen stehen 1,63 m im Lichten auseinander.

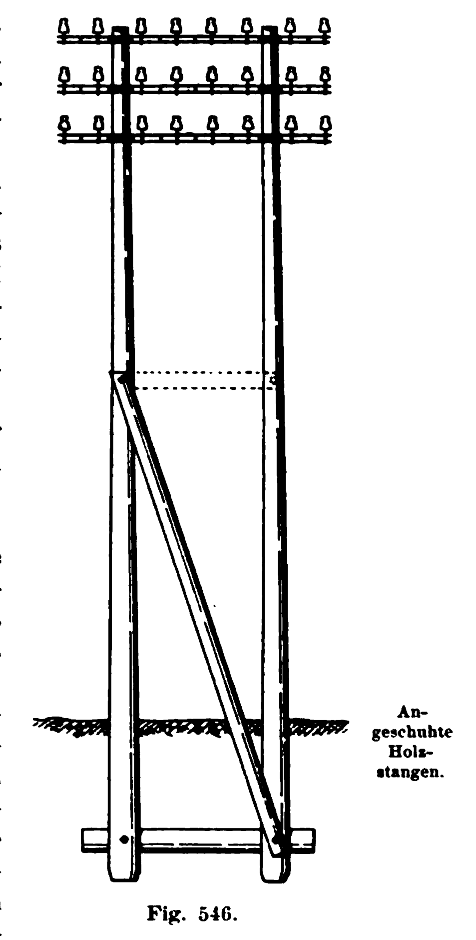


Fig. 546.

Bei Aufstellung eines Doppelgestänges in einem Winkelpunkte muss die lotrechte Ebene durch beide Stangen mit der Richtung des Drahtzugs zusammenfallen. Die Diagonalstrebe muss mit ihrem unteren Ende nach der Richtung des Drahtzugs ausladen.

Angeschuhte Holzstangen.

Angeschuhte Holzstangen und Holzstangen mit Eisenrohraufsätzen kommen da zur Anwendung, wo die gebräuchlichen Stangenlängen nicht ausreichen. Eine zweckmässige Konstruktion sind zwei I-Eisen, zwei alte Eisenbahnschienen oder auch zwei kräftige Stangenabschnitte als Fussstangen, zwischen welchen die eigentliche Stange durch Bolzenverschraubung über der Erde befestigt wird (Fig. 547a).

Noch einfacher ist die Befestigung eines Rohrständeroberteils von entsprechender Länge mittelst zweier starker Schellen an der für die Rundung des Rohres etwas ausgekehlten Stange (Fig. 547b).

Eiserne Telegraphenstangen. Sie werden durch eine gusseiserne Erdschraube mit Muffe, in welch letzterer sie mittelst Einbleiens oder eiserner Keile befestigt werden, in den Erdboden eingedreht. Bei leichtem Sand- oder Lehmboden tritt an Stelle der Erdschraube ein gusseiserner Dreifuss mit einem für die Aufnahme der Stange bestimmten sogenannten Stiefel.

Eine dauerhafte Aufstellung wird auch durch eine Fundierung mit Steinquader bewirkt, in welchen der Rohrständer unmittelbar eingesetzt und durch Cement befestigt wird.

An Mauerwerk, Brückengeländern u. s. w. erfolgt die Befestigung der Rohrständer mit schmiedeeisernen Schellen auf eine der Konstruktion des Bauwerkes anzupassende Weise.

Mauerstützen und Mauerbügel.

Mauerstützen und Mauerbügel werden gewöhnlich in der Weise befestigt, dass für die Befestigungsschrauben zunächst ein Dübel aus hartem Holze eingemauert wird. Die Steinschrauben der Mauerbügel können auch in das Mauerwerk eingelassen und mit Blei, Cement oder Gips befestigt werden.

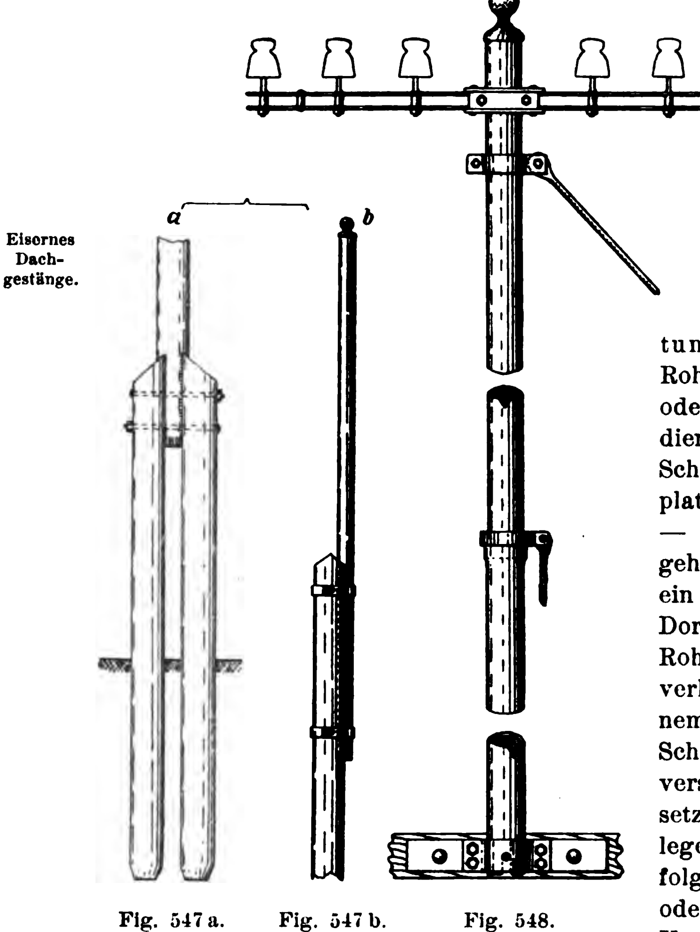


Fig. 547 a. Fig. 547 b. Fig. 548.

In gerader Linie sind die Mauerbügel rechtwinklig zu den Drähten, in Winkelpunkten dagegen in die Richtung der Halbierungslinie des Winkels zu stellen.

Eisernes Dachgestänge.

Eisernes Dachgestänge für Stadtfernsprecheinrichtungen. Zur Befestigung eines Rohrständers am Dachgebälk oder am Mauerwerke (Fig. 548) dienen zwei schmiedeeiserne Schellen mit starken Unterlegeplatten. Durch die untere Schelle — den Schuh — und die zugehörige Unterlegeplatte greift ein Dorn hindurch. Auf diesen Dorn, der das Durchgleiten des Rohrständers durch die Schelle verhüten soll, wird der an seinem unteren Ende mit einem Schlitze bez. einer Durchbohrung versehene Rohrständer aufgesetzt. Die Befestigung der Unterlegeplatte am Dachgebälk erfolgt mittelst starker Schrauben oder durchgehender Bolzen mit Vorlegescheiben und Muttern, diejenige der Schelle auf der Unterlegeplatte mittelst 4 Bolzen mit Muttern. Vor Aufstellung des Rohrständers muss erforderlichen Falles das Dachgebälk durch Einziehen starker Riegel aus Kantholz hergerichtet und verstärkt werden. Die Dachkonstruktion darf durch den von den Leitungen auf den Stützpunkt ausgeübten Zug in keiner Weise gefährdet werden.

Bei der Auswahl des Platzes für das Dachgestänge ist an erster Stelle darauf zu sehen, dass die Linie möglichst in gerader Richtung verläuft, sodann, dass die Rohrständer zur Vermeidung des die Hausbewohner belästigenden Tönens der Leitungen nicht an den Giebelwänden oder in unmittelbarer Nähe von Schornsteinen und Luftschächten befestigt werden.

Sprengbock.

Sprengbock. — Kann auf einem flachen Dache ein Rohrständer nicht am Dachgebälke selbst befestigt werden, so ist auf dem Dache ein starker Sprengbock aufzustellen, der mit Schraubenbolzen an dem Dachgebälke befestigt und erforderlichen Falls verstrebt und verankert wird. Der Sprengbock wird mit Karbolineum gestrichen und mit einem Zinkblechüberzug umschlossen. Die Befestigung des Rohrständers am Sprengbock erfolgt in gewöhnlicher Weise.

Bei mehrfachen Gestängen sind die einzelnen Rohrständer in Abständen von 1,7 m von Mitte zu Mitte aufzustellen.

Tönen der Drähte. Um das Übertragen des Tönens der Leitungsdrähte durch die Stützpunkte auf das Gebäude zu verhüten, sind die Rohrständer unten abzuschliessen und im Innern mit Asche oder feinem Sande zu füllen. Hilft dies nicht genügend, so sind diejenigen Stellen des Rohrständers, welche von den Schellen gefasst werden, mit Walzblei oder Filz zu belegen. Die Rohrständer dürfen auch nicht bis auf den Fussboden des Dachgeschosses reichen.

Tönen der Drähte.

Erdleitung für Dachgestänge. Jedes Dachgestänge muss mit einer Erdleitung aus vier zu einem Seile vereinigten 4 mm starken verzinkten Eisendrähten versehen sein, das mit dem Rohrständer mittelst einer verzinkten Blitzableiterschelle verbunden wird. Die Blitzableiterschelle wird an der das Muttergewinde enthaltenden Stelle des Rohrständerunterteils sorgfältig angelötet. Blitzableiterseil und Schelle sind noch durch einen verzinnten Kupferdraht zu verbinden, der mit beiden Teilen verlötet wird. Die ganze Verbindungsstelle ist dick mit Asphaltlack oder Diamantfarbe zu überstreichen.

Erdleitung für Dachgestänge.

Blitzableiterklemmen. Zur Befestigung der Blitzableitererdleitung auf den Dächern und an den Hausmauern dienen mit Holz- oder Steinschrauben versehene verzinkte Blitzableiterklemmen oder Blitzableiterstützen. Die Erdleitungen sind auf dem kürzesten Wege über das Dach und thunlichst auf der Hofseite des Gebäudes an der Wand weitab von den Fenstern zum feuchten Erdreiche zu führen. Gehen die Erdleitungen in wagerechter Richtung über flache Dächer, so sind sie an Isolatoren No. I auf verlängerten geraden Stützen zu befestigen, um einem durch die wagerechte Führung der Leitung begünstigten Überspringen des Blitzes auf das Gebäude thunlichst vorzubeugen. Auch darf die Erdleitung bei Richtungsänderungen keine scharfen Biegungen machen. Die Herumführung um vorspringende Gebäudeteile ist zu vermeiden, wenn die Länge der Leitung mehr als die $1^1/_2$ fache kürzeste Entfernung zwischen den betreffenden Punkten beträgt.

Erdleitungsplatten. Als Erdplatte dient, wenn das Grundwasser leicht zu erreichen, oder in der Nähe fliessendes Wasser oder ein Brunnen vorhanden ist, ein in etwa 6—8 Lagen aufgeschossener, aus dem Erdleitungsseil gebildeter Ring von ungefähr 1 m Durchmesser.

Erdleitungsplatten.

Ist das Grundwasser erst in grösserer Tiefe anzutreffen, so wird Bleidraht von 8 bis 10 mm Durchmesser möglichst tief in die feuchten Erdschichten hinabgeführt und daselbst in einen Ring von 5 bis 6 Lagen und 90 bis 100 cm Durchmesser aufgeschossen. Der Drahtring wird von allen Seiten mit etwa 75 bis 200 kg Koks umgeben. Mit den Hausblitzableitern und den Gas- und Wasserleitungen — am besten den Strassenrohren — sind die Blitzableitererdleitungen metallisch zu verbinden.

Sind Gas- und Wasserleitungen bis zu den Dachgeschossen der Gebäude geführt, so sind auch noch die höchsten Teile der Rohrnetze mit den Blitzableitern zu verbinden. Es ist ferner zweckmässig, eiserne Dachstühle, eiserne Treppen oder sonstige grössere Metallmassen in der Nähe der Blitzableitungen mit diesen metallisch zu verbinden. Die Blitzableiterseile sind, mit Ausnahme des Drahtringes der Erdplatte, auf ihrer ganzen Länge einschliesslich der Lötstelle zwischen Seil und Erdplattengasrohr mit Asphaltlack oder Diamantfarbe zu streichen.

Nach Erfordernis werden zum Schutze der Blitzableiterseile bis zu 2 m Höhe über dem Erdboden hölzerne Schutzkasten oder enge Gasrohre angebracht. Die Rohrständerblitzableiter müssen dauernd in bestem Zustand erhalten werden. Ein fehlerhafter Blitzableiter kann für das Gebäude verhängnisvoller werden als das Fehlen eines Blitzableiters.

Können einzelne Dachgestänge aus irgend welchen Gründen nicht mit einer unmittelbaren Blitzableitung versehen werden, so ist von einem solchen Gestänge möglichst nach beiden Seiten hin bis zu den nächsten mit einer Erdleitung versehenen Gestängen ein 3 mm starker, nur schlaff gespannter Bronzedraht zu führen, an dem untersten Querträger zu befestigen und mit den Rohrständern zu verlöten.

Trittbretter.

Trittbretter. Zur Erleichterung der Arbeiten an den Dachgestängen werden parallel zu den Querträgern kieferne, mit Karbolineum u. s. w. getränkte Bohlstücke als Trittbretter mittelst schmiedeeiserner Träger an den Rohrständern befestigt.

Laufbretter.

Laufbretter. Zur Schonung der Dächer sind ebensolche Bohlstücke von der Aussteigeöffnung ab bis zum Dachgestänge als Laufbretter mittelst schmiedeeiserner gabelförmiger Laufbrettstützen zu befestigen.

Aussteigelucken.

Aussteigeluken. Sind die Dächer nicht bereits mit Aussteigeöffnungen versehen, so ist in der Nähe des Rohrgestänges eine Aussteigeluke einzusetzen. In den meisten Fällen werden hierzu gusseiserne Rahmen und schmiedeeiserne Deckel mit Verglasung oder hölzerne Rahmen und Deckel mit Zinkblechverkleidung genügen.

Eiserne Gestänge mit Querträgern.

Ausrüstung der eisernen Gestänge mit Querträgern. Die Querträger werden vor ihrer Anbringung an den Rohrständern mit den Isoliervorrichtungen ausgerüstet. Der oberste Querträger ist bei sämtlichen Gestängen in einem Abstande von 10 cm vom Rohrständerende zu befestigen. Der senkrechte Abstand der Querträger untereinander hat von Oberkante zu Oberkante 30 cm zu betragen. Als Meistbelastung für einfache Gestänge sind 5 Querträger zu 6 Leitungen, für mehrfache Gestänge 10 Querträger zu 20 oder 30 Leitungen vorgesehen.

Bei geradlinigem Verlaufe der Leitungen müssen die Querträger senkrecht zur Linienrichtung stehen.

An einfachen, in Winkelpunkten stehenden Rohrständern sind die Querträger so anzubringen, dass ihre Längsachse mit der Richtung der Resultante des Drahtzugs zusammenfällt.

Die an einem Gestänge angebrachten Querträger zu 20 und 30 Leitungen sind durch Einsetzen von Versteifungsbolzen mit Gasrohrstücken an den Enden und in der Mitte zwischen zwei Rohrständern zu einem festen System zu verbinden.

Eiserne Stangenaufsätze.

Eiserne Stangenaufsätze werden auf die Rohrgestänge für Fernsprechanschlussleitungen aufgesetzt, wenn diese Gestänge auch zur Führung der Fernleitungen, für die gewöhnlich ein besonderes Gestänge herzustellen ist, benutzt werden müssen. Die Verbindung der Stangenaufsätze mit den Rohrständern ist nach Entfernung des Abschlussknopfes durch ein in beide Rohrteile einzusteckendes eisernes Rohrstück von 34 cm Länge und entsprechendem Durchmesser zu bewirken. Das Einsatzstück ist mit jedem der beiden Rohre durch Schraubenbolzen zu verbinden. Die Schraubenbolzen sind gegeneinander versetzt anzubringen. Die Verbindungsstelle ist mit Mennige zu dichten.

Verstärkung des Gestänges.

Verstärkung des Gestänges. Es sind zu verstärken: Stangen und Rohrständer in Winkelpunkten und Krümmungen, Stangen, die auf schroff abfallenden Bergabhängen stehen, Stangen, die durch den Zug des Drahtes in der Richtung der Leitung besonders in Anspruch genommen werden, insbesondere solche, an denen stärkerer und schwächerer Draht miteinander verbunden sind (Abspanngestänge), und Stangen, welche auf Anhöhen, Viadukten oder in Thaleinschnitten stehend, besonders dem Winddruck ausgesetzt sind. Als Verstärkungsmittel dienen Streben, Anker, Doppelständer und gekuppelte Stangen.

Dem Zwecke der Verstärkungsmittel wird am besten genügt, wenn man dem auf die Stange ausgeübten Winddruck oder Drahtzug eine in umgekehrter Richtung wirkende gleich grosse Kraft entgegensetzen kann. Dies ist aber in der Wirklichkeit nur selten möglich, da das Verstärkungsmittel meist nicht in wagerechter Richtung und in dem Angriffspunkte der Kraftresultante, der hinsichtlich des Drahtzugs in der Mitte zwischen den Befestigungspunkten des obersten und untersten Leitungsdrahts liegt, angebracht werden kann.

Bei der Strebe liegt die Kraft in der rückwirkenden Festigkeit des Strebenmaterials, d. h. in dem Widerstande des Holzes oder Schmiedeeisens gegen die Kraft, welche auf die Längsachse der Strebe wirkt und letztere zu zerdrücken bestrebt ist.

Beim Anker beruht die Gegenkraft in der absoluten Festigkeit des Materials, d. h. in dem Widerstande, den der schmiedeeisere Draht oder Rundeisenanker in seiner Längsrichtung einer auf Zerreissen wirkenden Kraft entgegensetzt.

Die Strebe muss also in der Richtung des Drahtzugs u. s. w. und der Anker entgegengesetzt der Richtung des Drahtzugs u. s. w. angebracht werden.

Bei den in gerader Linie stehenden Stangen ist ein Drahtzug nicht vorhanden, wenn nach beiden Seiten gleich dicke und gleich stark gespannte Drähte befestigt sind. Bei ungleichen Spannungen wird die Stange in der Richtung der stärkeren Spannung verstrebt oder gegen diese Richtung verankert.

In Winkelpunkten wirkt bei gleichen Spannungen zu beiden Seiten der Drahtzug in der Richtung der Winkelhalbierenden, bei ungleichen Spannungen in der Richtung der Resultante des Parallelogramms der Kräfte aus den beiden Spannungen.

Der Befestigungspunkt für Strebe und Anker wird an den Stangen möglichst hoch gelegt; der unterste Leitungsdraht darf jedoch nicht mit dem Verstärkungsmittel in Berührung kommen. Die Wahl des Fusspunktes für Strebe und Anker ist sodann abhängig von dem benutzbaren Gelände. Es ist natürlich diejenige Lage am günstigsten, welche der horizontalen am nächsten kommt. Dabei darf aber nicht zu weit gegangen werden, weil sonst Anker und eiserne Streben zu lang werden und durch den Wind ins Schwanken geraten, letztere auch zerknickt werden können.

Ist für die Verstärkungsmittel nur ein beschränkter Ausladeraum vorhanden, so ist immerhin der Befestigungspunkt an der Stange möglichst hoch zu nehmen, damit der Hebelarm des Drahtzugs, d. i. der Abstand des Angriffspunktes des Drahtzugs vom Fusspunkte der Stange, möglichst wenig über den Hebelarm der Gegenkraft hinausgeht.

Dabei ist es jedoch vorteilhaft, den von der Strebe oder dem Anker mit der Stange gebildeten Winkel nicht kleiner als 30 Grad zu wählen. Von der Festigkeit des in schräger Richtung angebrachten Verstärkungsmittels wirkt nämlich nur ein Teil dem wagerecht angreifenden Drahtzug oder Winddruck entgegen und dieser Teil wird durch den Sinus des bezeichneten Winkels ausgedrückt. Bei einem Winkel von 30^0 kommt, da $\sin 30^0 = 0{,}5$ ist, gerade die Hälfte der Gegenkraft zur Wirkung.

Mit der Vergrösserung des Winkels nimmt die wirksame Gegenkraft zu, bei 45^0 ist sie gleich 0,7 der ganzen Kraft; darüber hinaus wächst sie aber nur langsam (nämlich bis 1,0 bei 90^0). Es empfiehlt sich daher bei ebener Bodenfläche nicht, den Winkel grösser als 45^0 zu nehmen.

Bei grosser Drahtspannung, oder wenn eine Stange dem Winddrucke sehr stark ausgesetzt ist, sind Anker und Strebe zugleich anzuwenden.

Die Anbringung der Verstärkungsmittel muss unter allen Umständen vor *Anbringung der Drahtleitung* erfolgen.

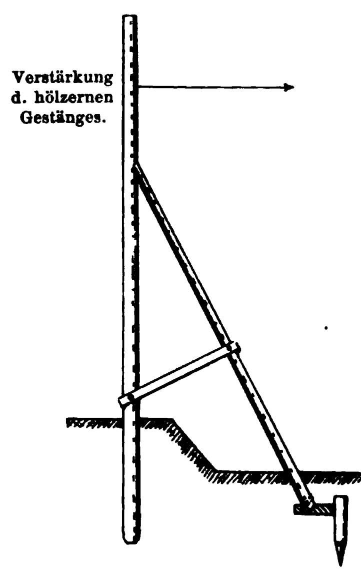


Fig. 549.

Verstärkung des hölzernen Gestänges. Bei der *Strebe* (Fig. 549) wird der obere Teil der Rundung der Stange entsprechend ausgehöhlt und durch die beiden Strebenschrauben befestigt, die versetzt, d. h. so einzuschrauben sind, dass sie nicht in der gleichen senkrechten Ebene liegen, und dass sie sich mit ihren Spitzen nach der Stangenachse zu einander nähern. Der Fuss der Strebe wird entweder durch einen senkrecht zu ihrer Achse eingegrabenen flachen Stein gestützt oder mit einem Stücke Kreuzholz bez. Stangenabschnitt, gegen dessen Verschiebung ein starker Pfahl eingerammt wird, durch einen Holzdübel verbunden.

Die Widerstandskraft der Strebe wird erheblich verstärkt, wenn zwischen Stange und Strebe noch eine Querverbindung so hergestellt wird, dass diese mit der Strebe einen Winkel von 90 Grad bildet. Zu dieser Dreiecksverbindung sind Stangenhalbholz oder kräftige Latten zu verwenden; sie leistet namentlich bei weichem Erdboden, starker Drahtbelastung und geringer Ausladung der Strebe gute Dienste.

Bei dem *Anker* kommt es hauptsächlich auf straffe Spannung an; schlaffe Anker sind vollständig wirkungslos. Der von dem eingetriebenen Ankerpfahl und dem Drahtanker gebildete Winkel darf nicht unter 90 Grad betragen. Nachdem der Ankerhaken eingeschraubt und der Ankerpfahl soweit eingetrieben worden ist, dass er mit seinem oberen Ende unter der Erdoberfläche liegt, oder auch wagerecht eingegraben worden ist, wird der Ankerdraht so um die Stange gelegt, dass er sich auf den Ankerhaken stützt. Die beiden Enden werden in den Einschnitt des Ankerpfahls gelegt, in entgegengesetzter Richtung um letzteren herumgeführt, hierbei so straff gezogen, als dies mit der Hand geschehen kann, und dann nach rückwärts mehrmals um den Ankerdraht spiralig herumgewickelt. Nach Feststampfen der Erde wird der Anker gespannt, indem zwischen beide Einzeldrähte in der Mitte ein eiserner Knebel eingesetzt und der Knebel nach einer Richtung solange gedreht wird, bis die Drähte seilartig gewunden und vollständig straff gespannt sind.

Fabrikmässig hergestellte Ankerseile werden am zweckmässigsten mittelst zwei kleiner Ziehbänder, um welche die Seile herumzuschlingen sind, an Stange und Ankerpfahl befestigt.

Um die statt der Ankerpfähle zur Verwendung kommenden Ankersteine muss der Ankerdraht so herumgeschlungen werden, dass ein Abrutschen nicht möglich ist.

Streben und Anker dürfen nicht in den freien Verkehrsraum der Strassen hineinragen, und ihre Fusspunkte dürfen nicht an lebenden Bäumen festgelegt werden.

Doppelständer.

Doppelständer (Fig. 550) werden an Stelle einfacher Stangen in Winkelpunkten eingesetzt, wenn zur Verstärkung der Stange durch Anker und Strebe kein Raum vorhanden ist, oder mit Rücksicht auf die Belastung die einfache Stange nicht genügend widerstandsfähig erscheint. Zur Herstellung eines Doppelständers werden zwei Stangen an ihren Zopfenden je nach Auseinanderstellung der Stangen auf 45—60 cm abgeschrägt und durch zwei eiserne Bolzen miteinander verbunden. 30 cm vom Stammende entfernt wird auf beiden Seiten an den Stangen ein starker Querriegel mit Holzdübeln oder eisernen Bolzen befestigt. In der Höhenmitte des von den Stangen über der Erde gebildeten Dreiecks wird ein aus einem Stangenabschnitte gefertigter Riegel zwischen beide Stangen eingepasst und mit einem der Länge nach hindurchgehenden eisernen Bolzen befestigt.

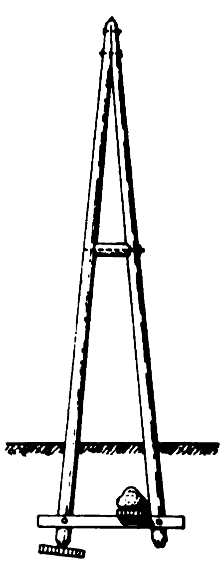


Fig. 550.

Der Doppelständer ist so einzustellen, dass die durch beide Stangen gedachte lotrechte Ebene der einem Anker oder einer Strebe an einfacher Stange zu gebenden Richtung entspricht.

Unter das Fussende der auf Druck in Anspruch genommenen Stange wird ein Stein oder ein Bohlstück gelegt, wogegen der untere Querriegel neben der anderen Stange durch ein mit Steinen beschwertes Bohlstück belastet wird.

Die Isoliervorrichtungen sind an den äusseren Stangenseiten wechselständig vor Aufstellung des Doppelständers anzubringen.

Gekuppelte Stangen.

Gekuppelte Stangen kommen da zur Anwendung, wo Raum zur Aufstellung eines Doppelständers nicht vorhanden ist, oder wo aus Rücksichten auf das gute Aussehen dessen Verwendung unterbleiben muss. Eine gekuppelte Stange besteht aus zwei nach Behobelung der anstossenden Seiten in ihrer ganzen Länge durch 4 Bolzen fest zusammengeschraubten Stangen. Die gekuppelte Stange ist so aufzustellen, dass die lotrechte Ebene durch die Achsen der beiden Stangen in die Richtung des Drahtzugs fällt.

Verstärkung eiserner Dachgestänge.

Verstärkung eiserner Dachgestänge. Die zur Befestigung der Anker und Streben dienenden Schellen sind für gewöhnlich unterhalb der Querträger an den Gestängen anzubringen, bei längeren Rohrständeroberteilen ist es jedoch geboten, die Befestigungspunkte höher hinauf, also zwischen die Querträger zu legen.

Werden Anker aus verzinkten Eisendrähten hergestellt, so sind die Drähte bis zur Hälfte ihrer Länge hinter dem Bolzen der Befestigungs-

schelle am Rohrständer hindurchzuziehen; hierauf sind die Enden der Drähte um den am Dache befestigten Ankerbolzen oder die Ankerschraube, oder aber um den betreffenden Dachsparren u. s. w. zu schlingen, rückwärts zu führen und durch mehrmalige spiralige Umwindung um die Ankerdrähte festzulegen. Die Spannung des Ankers ist dann in gewöhnlicher Weise mittelst Knebels zu bewirken.

Bei Ankern aus geflochtenen Stahldrahtseilen sind die Enden, sofern sie nicht mit Kausche und Ziehbändern versehen sind, um den Bolzen der Schelle sowie um den Ankerbolzen herumzulegen, nach rückwärts zu führen, straff anzuziehen und durch Umwickeln mit starkem Drahte mit dem Ankerseile zu verbinden.

Anker und Streben aus Rundeisen sind an dem einen Ende flach auszuschmieden und mit einer Durchbohrung für den Bolzen der Befestigungsschelle zu versehen. Das Fussende wird nach genauer Abpassung der Anker- bez. Strebenlänge zu einer Öse für den Befestigungsbolzen umgebogen.

Sollen Anker aus geflochtenen Drahtseilen oder Rundeisen mit Regulierschrauben versehen werden, so sind letztere an solchen Stellen in die Anker einzusetzen, an denen sie für die etwa erforderlich werdende Nachregulierung bequem zugänglich sind.

Sicherung des Gestänges.

Sicherung des Gestänges. Die Sicherungsmittel für hölzernes Gestänge, nämlich Prellpfähle oder Prellsteine und Scheuerböcke sind unmittelbar nach Aufstellung der Stangen in solchem Abstande von diesen letzteren anzubringen, dass die auf sie ausgeübte Kraft sich nicht auf die Stangen übertragen kann.

In bergiger Gegend werden die Beschädigungen der Stangen hauptsächlich durch zu Thal fahrende Fuhrwerke verursacht; die Abweiser sind daher so vor die Stangen zu setzen, dass sie deren der Höhe zugekehrte Seite decken. Sollen die Stangen nach beiden Seiten vor dem Anfahren geschützt werden, so sind die Abweiser als Doppelständer aufzustellen. Wird dann ein Pfahl angefahren, so dient ihm der andere als Strebe. Scheuerböcke werden nach Art der Doppelständer gefertigt und sind so über die Anker zu setzen, dass letztere sich innerhalb der Schenkel der Scheuerböcke befinden, ohne diese zu berühren.

Frei im Weidelande stehende Stangen sind gegen Beschädigungen durch Vieh in der Weise zu schützen, dass man sie in gleichmässigen Abständen mit 3 bis 6 genügend langen, entsprechend tief in den Erdboden einzustellenden Stangenabschnitten umgiebt.

b) Ausästen.

Die Leitungsdrähte sollen überall mindestens 60 cm von den Zweigen der angrenzenden Bäume entfernt sein. Hierbei ist jedoch auf Schneebelastung, Bewegung der Zweige und Nachwachsen Rücksicht zu nehmen; gewöhnlich soll aber, namentlich bei Obstbäumen, nicht über 1 m Abstand hinausgegangen werden. Das Ausästen erfolgt vor dem Ziehen des Leitungsdrahts; nachher findet noch ein Nachschneiden zur Erzielung des erforderlichen Abstandes statt.

c) Herstellung der Drahtleitung.

Auslegen der Drahtleitung.

Auslegen der Drahtleitung. Bei einfachen Gestängen wird der Draht neben den Stangen an derjenigen Seite ausgelegt, von welcher er am leichtesten auf die zugehörigen Isoliervorrichtungen gebracht werden kann. Lässt sich bei Doppelgestängen der Draht nicht von aussen auf die Porzellandoppelglocken heben, so wird er längs des vorwärts oder rückwärts liegenden Gestängeabschnitts aufgerollt und von da über die zugehörigen Querträger u. s. w. gezogen.

Das Abwickeln muss so erfolgen, dass der Draht weder Knicke noch Klanken bildet, sich nicht um seine Achse dreht und nicht über steinigen Boden schleift. Zum Abrollen des weniger widerstandsfähigen Bronzedrahts dient ein tragbarer Haspel oder eine Trommel, während der Eisendraht ohne besondere Vorrichtungen abgerollt wird. An Überwegen u. s. w. ist der Draht zur Verhütung von Beschädigungen oder von Verkehrsstörungen sogleich auf die Isolatoren zu legen und nach Bedarf vorläufig festzubinden.

Wickellötstelle.

Wickellötstelle. Die ausgelegten Ringe des Eisendrahts sowie Bronzedrahts von 2 mm Stärke und darüber werden mittelst sogenannter Wickellötstellen (Fig. 551) zu einer fortlaufenden Leitung verbunden.



Fig. 551.

Zur Herstellung einer Wickellötstelle werden die Enden der Drähte mittelst Feilklobens und Flachzange so kurz als möglich rechtwinklig umgebogen und bis auf eine kurze, nicht unter 2 mm hohe Nocke abgefeilt. Dann werden die Aderenden auf 75 mm in entgegengesetzter Richtung so an- und nebeneinander gelegt, dass die Nocken nach aussen stehen, und hierauf in ihrer ganzen Länge mit Wickeldraht in eng anliegenden, spiralförmigen Windungen fest umwickelt. Der Wickeldraht wird in 7 bis 8 Windungen noch über die Nocken hinausgeführt; seine Enden sind glatt zu feilen und mit der Flachzange scharf um den Leitungsdraht herum anzuziehen.

Bei Bronzedraht erfolgt die Bildung der Nocken erst dann, wenn die Drahtenden mit Kupferdraht bereits umwickelt sind. Die Nocken werden nach erfolgter Verlötung abgekniffen.

Die Verbindungsstelle in Eisendrahtleitungen wird nach Bestreichen mit Lötwasser ihrer ganzen Länge nach durch Eintauchen in geschmolzenes Lötzinn verlötet. Bei Bronzedrahtverbindungen wird nur der mittlere Teil auf etwa 4 cm Länge nach Abschmirgeln und Bestreichen mit Lötwasser unter Anwendung des Lötkolbens verlötet. Diese Lötstelle ist mit einem trockenen wollenen Lappen abzureiben und durch Einlegen in ein mit Wollstoff gefüttertes Kästchen gegen rasche Abkühlung zu schützen.

Lötstellen in Fernsprech-Anschlussleitungen.

Lötstellen in Fernsprech-Anschlussleitungen (Fig. 552) werden in der Weise gefertigt, dass die vor dem Isolator zusammentreffenden Enden der beiden Leitungszweige einmal um den Isolatorkopf herumgelegt, in vier bis fünf Windungen um die Drahtleitung gewickelt, dann als Dreiecksverbindung nach vorn geführt, auf 10 bis 15 mm Länge zusammengedreht und an dieser letzten Stelle nach Abschmirgeln und Bestreichen mit Lötwasser sorgfältig verlötet werden.

Drahtverbindungen in dem Felde zwischen zwei Isolatoren sind nur in den einzeln verlaufenden Zuführungsleitungen zu den Sprechstellen zulässig. Für diese sind bisher allgemein Würgelötstellen (Fig. 553) in folgender Weise gefertigt worden. Die zu verbindenden Drahtenden werden auf etwa 30 cm in entgegengesetzter Richtung nebeneinander gelegt; hierauf wird jedes Ende in 5 bis 6 Windungen um das andere gewickelt. Beide Enden werden sodann unmittelbar aneinander vorbei zurückgeführt und jedes in weiteren 5 bis 6 Windungen um die Ader, zu welcher es gehört, herumgewickelt. Der überschüssige Draht wird abgekniffen. Die Stelle, an der die Drahtenden nebeneinander vorbeigeführt sind, wird auf 10 bis 15 mm Länge verlötet.

Arld'sche Drahtverbindung.

Die Arld'sche Drahtverbindung (Fig. 554) kommt allgemein für Bronzedrahtleitungen zur Anwendung. Die Verbindung, welche auch im Stangenfelde liegen kann, erfolgt ohne Lot durch Kupferhülsen von 8 bis 25 cm Länge und 0,5 — 0,8 mm Wandstärke. Die Drahtenden werden von

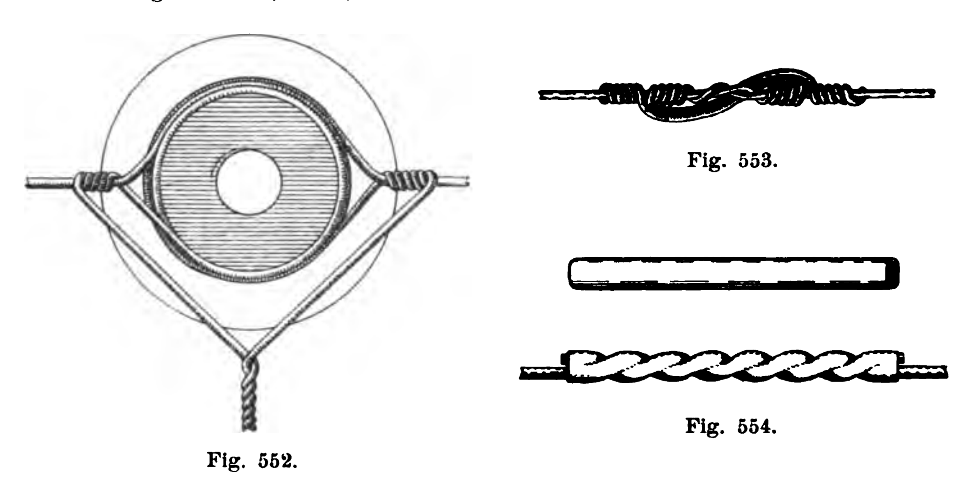


Fig. 552.

Fig. 553.

Fig. 554.

entgegengesetzten Seiten durch die Hülse geschoben, hiernach werden Drähte und Hülse unter Zuhülfenahme zweier Kluppen miteinander verwürgt. Die aus den Hülsen hervorstehenden Drahtenden werden dicht an der Hülse abgekniffen.

Ausrecken des Drahtes.

Das Ausrecken des Drahtes hat den Zweck, die in ihm vorhandenen Biegungen und Knicke zu beseitigen und ihn einer Prüfung auf das Vorhandensein fehlerhafter Stellen zu unterwerfen. Zum Ausrecken dient die Drahtwinde mit Froschklemme bez. Kniehebelklemme. Zum Festlegen des einen Drahtendes und zum Anlegen der Winde werden die Gestänge oder sonst geeignete Festpunkte benutzt. Die Anspannung des Eisendrahts darf nicht bis zur Grenze seiner absoluten Festigkeit erfolgen, Bronzedraht darf nur bis zu einem Viertel seiner absoluten Festigkeit in Anspruch genommen werden.

Aufbringen des Drahtes auf die Isolatoren.

Das Aufbringen des Drahtes auf die Isolatoren bietet bei den zu ebener Erde gelegenen Stützpunkten keine Schwierigkeiten; man bedient sich hierzu gewöhnlich einer Stange, die an ihrem oberen Ende mit einem in einen Haken und eine Spitze auslaufenden Beschlage versehen ist.

Muss der Draht über das Gestänge hinweggezogen werden, so sind sämtliche Eisenteile, mit denen er hierbei in Berührung kommen kann, mit

alter Packleinwand zu umwickeln. Beim Aufbringen von Bronzedrahtleitungen auf Doppelgestänge mit Querträgern ist von den Drahtzugvorrichtungen (s. S. 674) Gebrauch zu machen.

Das Aufbringen des Leitungsdrahts auf eiserne Dachgestänge erfordert besondere Vorkehrungen. Zunächst zieht man über sämtliche Stützpunkte eines Linienabschnitts von 500—600 m eine Leine, indem man sie von jedem Stützpunkt aus mittelst einer anderen auf die Strasse hinabgeworfenen Leine hochzieht. Der Anfang der Leine wird mit dem auf eine Trommel oder einen Haspel aufgewickelten Leitungsdraht und mit einer zweiten, auf einer Trommel befindlichen Leine verbunden. Durch Aufwickeln der ersten Leine auf eine Trommel wird der Draht nebst der zweiten Leine unter Anwendung der Drahtzugvorrichtungen über die Stützpunkte gezogen. Dieses Verfahren wird solange wiederholt, bis sämtliche Drähte des Linienabschnitts aufgebracht sind.

Drahtdurchhang.

Drahtdurchhang. Der Leitungsdraht bildet zwischen zwei Stützpunkten einen flachen Bogen, dessen Durchhang mit wachsender Temperatur zunimmt und bei sinkender Temperatur geringer wird. Einer bestimmten Temperatur entspricht ein ganz bestimmter Durchhang. Der Durchhang oder die Pfeilhöhe — d. h. der senkrechte Abstand des tiefsten Punktes des Drahtbogens von der geraden Verbindungslinie der Isolatoren — ist nach folgenden Formeln zu berechnen.

$$\text{I. } d = \frac{g\,e^2}{8\,s}. \qquad \text{II. } l = e + \frac{8\,d^2}{3\,e}.$$

e bedeutet die Spannweite in Metern, s die Spannung in Kilogrammen, l die Länge des Drahtes zwischen zwei Stützpunkten in Metern, d den Durchhang in Metern, g das Gewicht von 1 m Draht in Kilogrammen (zu vergleichen Abschnitt Festigkeit der Gestänge und Spannung der Leitungen).

Bei der grössten vorkommenden Verkürzung durch Kälte dürfen die Telegraphen- und Fernsprechleitungen nur mit einer Kraft gespannt sein, die dem vierten Teile ihrer absoluten Festigkeit gleichkommt. Die Spannung darf daher betragen für 5, 4 und 3 mm starken Eisendraht höchstens 196, 125 bez. 70 kg, für 4, 3, 2 und 1,5 mm starken Bronzedraht höchstens 160, 93, 43 bez. 30 kg. Als grösste Kälte wird für das Reichs-Telegraphengebiet eine Temperatur von — 25° C angenommen; bei höherer Temperatur muss also dem Drahte eine geringere Spannung gegeben werden. Um dieser Forderung gerecht zu werden, wird in der Praxis die Spannung gewöhnlich nicht unmittelbar mittelst eines Dynamometers, sondern mittelbar durch Herbeiführung des richtigen Durchhanges geregelt, welcher der Spannung entspricht, die bei der jeweilig herrschenden Temperatur bestehen soll.

Der Durchhang für 4 mm starken Eisendraht bei 75 m Stangenabstand berechnet sich nach Formel I für eine Temperatur von — 25° C wie folgt:

$$d = \frac{0{,}098 \cdot 75^2}{8 \cdot 125} = rd.\ 55 \text{ cm}.$$

(Das Gewicht von 1000 m Eisendraht von 4 mm Stärke beträgt 98 kg.)

Die Länge des Drahtbogens bei — 25° C ergiebt sich nach Formel II zu

$$l = 75 + \frac{8 \cdot 0{,}55^2}{3 \cdot 75} = 75{,}011 \text{ m}.$$

Will man nun den Durchhang für eine andere Temperatur, z. B. von $+ 10^{0}$ C berechnen, so ist zunächst die Länge des Drahtbogens bei $+ 10^{0}$ C zu ermitteln.

Der lineare Ausdehnungskoeffizient des Eisens, d. h. die Längenzunahme für 1 m bei Erhöhung der Temperatur um 1^{0} C beträgt 0,000012; die Länge des Drahtbogens ist also bei $+ 10^{0}$ C:

$$75{,}011 + 75{,}011 \cdot 0{,}000012 \cdot 35 = 75{,}042 \text{ m.}$$

Die Berechnung des Durchhanges erfolgt dann nach der folgenden, aus Formel II abgeleiteten Gleichung:

$$d = \sqrt{\frac{3e\,(l-e)}{8}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 75 \cdot (75{,}042-75)}{8}} = rd.\ 109 \text{ cm.}$$

In gleicher Weise lässt sich der Durchhang für jede andere Temperatur berechnen. Die für 4 mm starken Eisendraht ermittelten Werte gelten auch für die übrigen Eisendrahtstärken; dies ergiebt sich aus Formel I, denn für eine andere Drahtstärke ändert sich g in demselben Maasse wie die absolute Festigkeit, von welcher die Spannung s abhängt. Zu beachten ist, dass der Durchhang von der Spannweite mit bedingt wird und daher z. B. in einem Felde von 75 m grösser sein muss, als in einem Felde von 60 m. Die Spannung ist dagegen bei richtigem Durchhang unabhängig von der Spannweite.

Bronzedraht hat geringere absolute Festigkeit als Eisendraht; er darf daher auch nur mit geringerer Kraft gespannt werden und muss einen grösseren Durchhang haben.

Zur Berechnung des Durchhanges für Bronzedraht ist einzusetzen: als Ausdehnungskoeffizient die Zahl 0,0000164, als Gewicht von 1000 m Bronzedraht von 3 mm Durchmesser 63 kg.

Bezüglich der hiernach für Bronzedrahtleitungen berechneten Durchhänge hat sich in der Praxis ergeben, dass sie zu gross sind; man nimmt nur $^4/_5$ der durch die Rechnung ermittelten Werte.

Regulierstange.

Regulierstange. Das Regulieren des Drahtdurchhanges erfolgt in der Weise, dass man an einer leichten Stange oder Latte von dem einen Ende aus den der gerade obwaltenden Temperatur entsprechenden Durchhang abmisst und als Marke einen Nagel einschlägt. Die Stangenspitze wird in der Mitte zwischen zwei Stangen in die Visierlinie der beiden Isolatoren emporgehoben, und der Draht nun solange angezogen, bis er in seinem tiefsten Punkte den Markiernagel berührt.

Regulierwinkel.

Regulierwinkel. Eine zweite Art des Regulierens geschieht unter Verwendung zweier Holzwinkel; der senkrechte Schenkel erhält die Länge des erforderlichen Durchhanges; die beiden horizontal abgehenden Arme sind gleich lang. Die Holzwinkel werden mit dem oberen Arme so auf die beiden Isolatoren gelegt, dass der untere Arm sich gegen die Stange stützt. Der Draht wird solange angezogen, bis sein tiefster Punkt gerade in die Visierlinie über die unteren Horizontalarme eintritt. Bei grösseren Niveauunterschieden ist der senkrechte Arm des Winkels an der höher gelegenen Stange um die Niveaudifferenz zu verlängern.

Ist eine Leitung richtig reguliert, so werden die übrigen Leitungen parallel zu ihr nachgezogen.

Durchhang-regulierung mittelst Dynamometers.

Durchhangregulierung mittelst Dynamometers. Die Herstellung des richtigen Durchhanges der Fernsprech-Anschlussleitungen u. s. w. an eisernen Dachgestängen durch Abmessung der Pfeilhöhen wird zumeist auf Schwierigkeiten stossen. Für solche Fälle wird der Durchhang durch direkte Abmessung der Spannung reguliert. Als Spannungsmesser oder Dynamometer dient eine kräftige Federwaage, an welcher der Leitungsdraht mittelst einer Kniehebelklemme befestigt wird. Die Federwage wird an dem Isolator des am höchsten gelegenen Gestänges, von welchem aus die Regulierung der Leitung erfolgen soll, mit Hülfe eines Hakens befestigt. Zwischen Federwage und Haken wird noch eine Regulierschraube eingesetzt, mittelst deren es möglich ist, die Regulierung des Durchhanges selbst noch in engen Grenzen genau bewirken zu können.

Die Berechnung der Spannung für die einzelnen Temperaturen kann ebenfalls mit Hülfe der Formeln I und II erfolgen, da die Spannungen für — 25° C. angegeben sind. Es wird zuerst für die Temperatur von — 25° C der Durchhang nach Formel I berechnet, sodann der Durchhang für die während des Baues herrschende Temperatur nach Formel II und schliesslich wieder unter Anwendung von Formel I die dem ermittelten Durchhang entsprechende Spannung.

Festbinden d. Leitungsdrahts an den Isolatoren.

Festbinden des Leitungsdrahts an den Isolatoren. Man unterscheidet Bindungen im oberen Drahtlager — hierbei wird der Draht in die Rinne auf dem Kopfe der Doppelglocke gelegt — und Bindungen im seitlichen Drahtlager, wobei der Draht in den Halseinschnitt der Glocke zu liegen kommt.

Die Bindung im oberen Drahtlager wird für die gerade Linie und die Bindung im seitlichen Drahtlager für Krümmungen und Winkelpunkte benutzt. Für Fernsprech-Anschlussleitungen erfolgt jedoch die Bindung stets im seitlichen Drahtlager.

Bei der Bindung im oberen Drahtlager werden zwei Bindedrähte von entgegengesetzten Seiten so um den Hals des Isolators gelegt, dass die Enden in verschiedener Länge überschiessen. Die Enden werden seilartig zusammengedreht und nach oben gebogen (Fig. 555 a). Die beiden kürzeren Enden werden sodann in 4 bis 5 Windungen fest um den Leitungsdraht gelegt, während jedes der längeren Enden über den Kopf der Doppelglocke und die bereits vorhandene Bindedrahtumwicklung hinweg geführt und dann in ebenfalls 4 bis 5 Windungen fest um den Leitungsdraht herumgewickelt wird.

Zur Bindung im seitlichen Drahtlager, welche stets so auszuführen ist, dass der Isolator innerhalb des vom Leitungsdrahte gebildeten Winkels liegt, ist nur ein Bindedraht erforderlich (Fig. 555 b). Dieser wird mit seiner Mitte über den Leitungsdraht und um den Hals des Isolators gelegt und sodann mit beiden Enden nach vorn zurückgeführt. Das von links herumkommende Ende

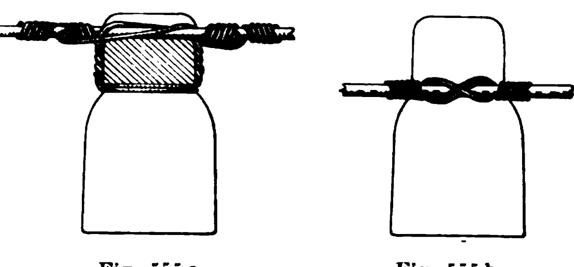


Fig. 555 a. Fig. 555 b.

wird parallel und dicht neben der über dem Leitungsdrahte jetzt bereits vorhandenen Bindedrahtlage nach der rechten Seite geführt und hier in 8 bis 9 Windungen fest um den Leitungsdraht gewickelt. Das rechts herum kommende Ende wird in gleicher Weise auf der linken Seite des Isolators befestigt.

Bei Fernsprech-Anschlussleitungen ist der Draht vor Ausführung der Bindung im seitlichen Drahtlager einmal um den Hals der Doppelglocke herumzulegen.

Um den Bindedraht genügend sicher und fest um den Leitungsdraht pressen zu können, werden bei Eisendrahtleitungen gewöhnliche Flachzangen, bei Bronzedrahtleitungen leichte Zangen mit abgerundeten Bronzebacken benutzt.

Verbindung von starker u. schwacher Drahtleitung.

Verbindung von starker und schwacher Drahtleitung. Sie erfolgt an Gestängen mit hakenförmigen Schraubenstützen in der Weise, dass der starke Draht an einer Isoliervorrichtung abgespannt und zu diesem Zwecke um den Hals der Doppelglocke einmal herumgelegt und sodann in 5 bis 6 Windungen fest um den jenseits der Doppelglocke befindlichen Teil der Leitung gewickelt wird. Der schwächere Draht ist von der entgegengesetzten Seite um den Hals der Doppelglocke zu legen und das Ende in je 5 bis 6 Windungen um den eigenen und darauf um den stärkeren Draht fest herumzuwickeln. Diejenigen Windungen des schwächeren Drahtes, welche auf den stärkeren Draht zu liegen kommen, sind mit diesem zu verlöten.

Auf Querträgern oder Winkelstützen erfolgt das Abspannen der starken und schwachen Leitung an einem Stahlkonsol (Fig. 511) in derselben Weise, nur dass jede Leitung an einer besonderen Doppelglocke abgespannt und der schwächere Draht mit einem Bügel über den Querträger oder die Winkelstütze hinweg bis zum stärkeren Drahte geführt wird.

Die zum Abspannen dienenden Stangen sind in der Richtung des starken Drahtes zu verstreben und gleichzeitig in der Richtung des leichten Leitungsdrahts zu verankern. Um einen einzelnen Stützpunkt nicht zu sehr in Anspruch zu nehmen, können die Abspannungen auf mehrere, hintereinander stehende Gestänge verteilt werden.

Abspanngestänge.

Abspanngestänge für Stadt-Fernsprechleitungen. Das Abspannen der Leitungen auf den Gebäuden der Fernsprech-Vermittelungsanstalten und der Kabelaufführungspunkte erfolgt an gewöhnlichen eisernen Dachgestängen oder für die Vermittelungsanstalten auch an besonderen, der Architektur der Gebäude angepassten turmförmigen und kuppelförmigen Abspanngerüsten. Für die gewöhnlichen Abspanngestänge sind im allgemeinen Rohrständer und Querträger von den gebräuchlichen Abmessungen sowie U-förmige Isoliervorrichtungen Nr. III zu nehmen. Sind jedoch sehr viele Drähte vorhanden und die Spannweiten gross, so müssen Querträger stärkerer Abmessungen und Isoliervorrichtungen Nr. II verwendet werden. Die Abspanngestänge sind sorgfältig zu verstreben und zu verankern, nach Erfordernis können sie auch durch Anbringung einfacher Verzierungen aus Bandeisen dekorativ ausgestattet werden.

Für die turm- oder kuppelförmigen Abspanngerüste sind als Querträger Flacheisenschienen von stärkeren Abmessungen als für gewöhnliche Querträger und U-förmige Isoliervorrichtungen Nr. II zu verwenden.

Umschaltegestänge.

Umschaltegestänge für Stadt-Fernsprechleitungen werden unter Verwendung der gewöhnlichen Rohrständer und Querträger mit quadratischer oder rechteckiger Grundform angelegt. Soweit die Leitungen nicht durchgeführt werden, sind sie in der gewöhnlichen Weise an den U-förmigen Isoliervorrichtungen abzuspannen. Zur Verbindung der abgespannten Leitungen miteinander dienen isolierte Kupferdrähte (s. Seite 648), die in dem freien Raume zwischen den beiden Schienen der Querträger unterzubringen sind und durch Zinkstreifen, welche um die Querträger zu legen sind, in ihrer Lage erhalten werden.

Verhinderung des Tönens.

Vorrichtungen zur Verhinderung des Tönens der Leitungsdrähte. Um die Fortleitung des tönenden Geräusches bis in die bewohnten Räume zu verhindern, ist der Leitungsdraht an den betreffenden Punkten möglichst schlaff zu spannen. Bezüglich der an den Rohrständern zu treffenden Maassnahmen siehe Seite 685. Helfen diese Vorkehrungen nicht genügend, so ist der Leitungsdraht an den Rohrständern, Mauerbügeln u. s. w. in einer Entfernung von 1 bis 1,5 m vom Isolator, erforderlichen Falles zu beiden Seiten, mit einem Gummicylinder zu umgeben. Zu diesem Zwecke wird der Cylinder an der Aufschlitzung auseinander gebogen, auf den Leitungsdraht aufgesetzt und mit einem Bleiblechstreifen umwickelt.

Untersuchungsstellen.

Untersuchungsstellen. Hierzu dienen, sofern die Leitung auf hakenförmigen Schraubenstützen geführt ist, schmiedeeiserne Doppelkonsole auf geraden Stahlstützen (zu vgl. Fig. 512).

An Gestängen mit Querträgern und Winkelstützen sind Abspannkonsole nach Fig. 511 zu verwenden.

Behufs Einrichtung einer Untersuchungsstelle wird die Leitung an beiden Isolatoren abgespannt; alsdann ist um den Hals jeder Glocke ein 3 mm starker Eisendraht bez. 2 oder 3 mm starker Bronzedraht zu legen, sein kürzeres Ende um den abgespannten Leitungsdraht hinter dessen Raupe in 5 bis 6 Windungen fest herumzulegen und diese Umwicklung gut zu verlöten. Das übrig gebliebene längere Drahtende wird um den Leitungsdraht herum zu einer sich konisch erweiternden Spirale aufgewickelt; das Ende der Spirale wird im rechten Winkel über den Kopf der Porzellandoppelglocke hinweggeführt und in der Mitte zwischen beiden Isoliervorrichtungen mit dem vom anderen Leitungszweige kommenden Ende der dort gleichartig angefertigten Spirale durch eine Doppelklemme verbunden. Die beiden Drahtspiralen haben den Zweck, durch ihr federndes Nachgeben das Einschieben der Drahtenden in die Doppelklemme und das Herausziehen der Enden aus dieser zu ermöglichen.

Jede Stange, an welcher sich eine Untersuchungsstelle befindet, ist mit einer Erdleitung aus zwei 4 mm starken verzinkten Eisendrähten zu versehen. Am oberen Ende ist zur leichteren Herstellung der Erdverbindungen ein kurzes Stück 3 mm starken verzinkten Eisendrahts anzulöten.

An den Konsolen wird die Nummer der betreffenden Leitung mit Ölfarbe bezeichnet.

Untersuchungsstellen in Fernsprech-Verbindungsanlagen sind ausser auf der freien Strecke auch an denjenigen Stellen einzurichten, an welchen die Verbindungsleitungen von eisernen Dachgestängen auf Holzgestänge übergehen. Hierzu ist die erste oder zweite Holzstange zu benutzen. Die Ein-

Leitungsabzweigungen.

schaltung einer Untersuchungstelle kann jedoch unterbleiben, wenn nur wenige eiserne Dachgestänge in Frage kommen.

Leitungsabzweigungen. Es kommen dieselben Konsole wie für Untersuchungsstellen in Anwendung. Die abzuzweigende Schleifleitung ist thunlichst so zu führen, dass die durch die beiden Isolatoren des Konsols gelegte Ebene mit den Schleifendrähten rechte Winkel bildet. Die Abzweigungsstange ist in der Richtung der Schleifleitung zu verstreben oder in entgegengesetzter Richtung zu verankern.

3. Festigkeit der Gestänge und Spannung der Leitungen.

a) Festigkeit der Gestänge.

Steht eine Telegraphenstange in gerader Linie, so hat sie bei ruhiger Luft nur dem Drucke des auf ihr ruhenden Drahtes, welcher in der Richtung der Stangenachse, also senkrecht nach unten wirkt, Widerstand zu leisten. Das gewöhnliche Gewicht der Drähte belastet die Stange unbedeutend, nur bei aussergewöhnlich starker Eisablagerung an den Drähten infolge Rauhfrostes tritt bei den mit vielen Leitungen besetzten Gestängen die Gefahr des Zerknickens ein.

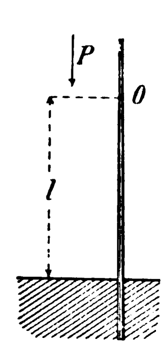


Fig. 556.

Wesentlich stärker wird die Biegungsfestigkeit der Gestänge durch den in normaler Richtung zur Stangenachse wirkenden Drahtzug und durch den Winddruck, also durch wagerecht wirkende Kräfte beansprucht. Bei Gestängen in gerader Linie wird durch den Drahtzug der Leitungen keine Biegung der Stangen verursacht, vorausgesetzt, dass der Drahtzug zu beiden Seiten des Gestänges gleich ist.

Senkrecht wirkende Belastung.

Senkrecht wirkende Belastung (Fig. 556). Die Bruchbelastung P einer auf Zerknicken beanspruchten Telegraphenstange ist nach der allgemeinen Formel für Bruchbelastung eines Stabes, dessen eines Ende fest und dessen anderes Ende frei ist:

$$P = \frac{\pi^2 E J}{4 l^2} kg.$$

In dieser Formel ist: E der Elastizitätsmodul des Stangenmaterials; für Holzstangen ist $E = 110\,000$ kg/cm^2, für Stangen und Rohrständer aus Schmiedeeisen ist dagegen $E = 2\,000\,000$ kg/cm^2.

J ist das äquatoriale Trägheitsmoment des am meisten beanspruchten Stangenquerschnitts; für den kreisförmigen Querschnitt einer Holzstange von mittlerem Durchmesser D ist

$$J = \frac{\pi D^4}{64};$$

für den ringförmigen Querschnitt einer eisernen Stange vom äussern Durchmesser D und vom innern Durchmesser d ist:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4).$$

Die Stangen dürfen jedoch nicht bis zur vollen Bruchbelastung P beansprucht werden, vielmehr darf die zulässige Belastung P_1 zur Erzielung der erforderlichen Sicherheit nur einen bestimmten Teil der Bruchbelastung betragen.

Bezeichnet n den erforderlichen Sicherheitskoeffizienten, der für Holz als $^1/_{10}$ und für Schmiedeeisen als $^1/_6$ allgemein festgesetzt ist, so ist

$$P_1 = nP.$$

Für Holzstangen ist also $P_1 = \frac{P}{10}$ und für schmiedeeiserne Stangen $= \frac{P}{6}$. Man kann annehmen, dass die Gesamtlast der an der Stange befestigten Drähte im Punkte O angreift, dessen Entfernung l vom Fusspunkte der Stange das arithmetische Mittel aus den Entfernungen der Angriffspunkte der Einzelbelastungen der Drähte vom Stangenfusspunkte ist.

Wagerecht wirkende Kräfte.

Wagerecht wirkende Kräfte. Greift die Resultante P der auf die Stange wirkenden wagerechten Kraft im Punkte O an und ist dessen Entfernung vom Fusspunkte der Stange $= l$, so ist, da der Stangenquerschnitt am Fusspunkte am meisten gefährdet ist, das grösste Angriffsmoment der wagerecht wirkenden Kräfte $= P \cdot l$.

Das Widerstandsmoment des gefährdeten Stangenquerschnitts ist $k \cdot W$, wenn mit k die höchst zulässige Beanspruchung des Stangenmaterials und mit W das Widerstandsmoment des kreisförmigen oder ringförmigen Stangenquerschnitts bezeichnet wird.

Damit die Stange nicht durchbricht, darf höchstens

$$Pl = k \cdot W$$

sein.

Für Holzstangen ist $k = 75$ kg, für schmiedeeiserne Rohre ist $k = 750$ kg.

Für einen kreisförmigen Querschnitt ist $W = \frac{\pi}{32} D^3$, für einen ringförmigen Querschnitt ist $W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$.

Die Kraft P setzt sich aus Winddruck und Drahtzug zusammen.

Winddruck.

Winddruck. Der grösste in Mitteleuropa vorkommende Winddruck beträgt für 1 qm normal getroffener ebener Fläche etwa 125 kg.

Zur Berechnung des Winddrucks w dient die Formel

$$w = 0{,}12248\ F \cdot v^2\ kg,$$

in welcher F die normal getroffene ebene Fläche in qm und v die Windgeschwindigkeit in m/sec bedeutet.

Da die Stangen und Leitungen dem Winde nicht ebene, sondern cylindrische Flächen darbieten, so ist der Winddruck auf sie nur $^2/_3$ des Druckes auf ihre vertikalen Schnittflächen; also

$$w = {}^2/_3 \cdot 0{,}12248\ F\, v^2\ kg.$$

Der Winddruck stellt sich dar als eine Summe von parallelen Kräften, die in gleicher Entfernung voneinander ununterbrochen wirken; der Angriffspunkt der Resultierenden aus diesen Kräften ist der Schwerpunkt der getroffenen Fläche.

Drahtzug.

Drahtzug. Die Resultierende R aus den beiden Zugkräften P_1 und P_2 der von einer in einem Winkelpunkte stehenden Stange ausgehenden Drähte, welche den Winkel α miteinander bilden, ist nach dem Satze vom Parallelogramm der Kräfte:

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2\, P_1\, P_2 \cdot \cos \alpha}.$$

Sind die Zugkräfte zu beiden Seiten der Stange gleich, also $P_1 = P_2 = P$, so ist

$$R = 2\, P \cdot \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Das Moment des Drahtzugs ist gleich dem Produkte aus der Resultierenden der Zugkräfte und dem mittleren Abstande der Angriffspunkte der Einzelkräfte vom Fusspunkte der Stange.

Die Ermittelung der Resultierenden des Drahtzugs erfolgt am zweckmässigsten durch Konstruktion des Kräfteparallelogramms am Fusspunkte der Stange.

Wirken mehr als zwei Spannungen auf dieselbe Stange in verschiedenen Richtungen, so ermittelt man die Resultierende ebenfalls durch Konstruktion, indem man zunächst die Resultante aus zwei Zugkräften bildet, dann aus dieser und der nächsten Zugkraft wieder die Resultante ermittelt u. s. w.

Anker und Streben sind in der Richtung der resultierenden Zugkraft anzubringen.

Gleichzeitige Vertikal- und Horizontalbelastung.

Gleichzeitige Vertikal- und Horizontalbelastung. Wirkt auf die Stange in der Richtung ihrer Achse die Last V (Gewicht der Stange mit den Isolatoren und dem Drahte auf beiden Seiten bis zur Stangenfeldmitte), so ist die Beanspruchung des Querschnittes der Befestigungsstelle (Fusspunkt), wenn dessen Inhalt Q ist:

$$k_1 = \frac{V}{Q}.$$

Die höchste zulässige Beanspruchung k_2 des Fusspunktquerschnitts durch die wagerechte Belastung beträgt nach dem Vorhergehenden:

$$k_2 = \frac{P\, l}{W}.$$

Die zulässige Gesamtbeanspruchung k wird also erreicht, wenn

$$k = k_1 + k_2 = \frac{V}{Q} + \frac{P\, l}{W} \text{ ist.}$$

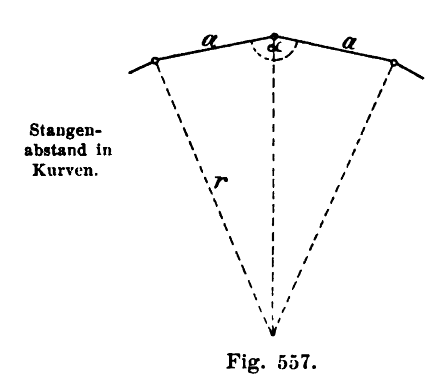


Fig. 557.

Stangenabstand in Kurven.

Stangenabstand in Kurven (Fig. 557). Die Resultierende aus den Drahtspannungen darf den Grenzwert $\frac{k \cdot W}{l}$ nicht erreichen; setzt man diesen Wert in die allgemeine Formel für die Resultierende der Drahtzugkräfte ein, so ergiebt sich

$$\frac{k \cdot W}{l} = 2\, P \cdot \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Ist a die Entfernung der Stangenstandpunkte und r der Kurvenradius, so ist

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2r},$$

folglich ist:

$$a = \frac{r \cdot k \cdot W}{Pl}.$$

Die gekuppelte Telegraphenstange. Ihre Festigkeit ist nicht höher zu veranschlagen, als diejenige zweier einzelnen Stangen, da die gekuppelte Stange kein einheitliches Ganze bildet. Die Stangen sind nur durch Schraubenbolzen verbunden, nicht aber verdübelt, sodass die Möglichkeit einer Verschiebung der Stangen gegeneinander beim Durchbiegen vorhanden ist.

Gekuppelte Telegraphenstange.

Der Doppelständer (Fig. 558). Die statische Berechnung für die Beanspruchung des Systems ergiebt für den ungünstigsten Fall, dass der Doppelständer keinen Querriegel hat:

Doppelständer.

$$k = \frac{P \cdot l \cdot \cos\alpha + P \cdot b \cdot \sin\alpha}{b \cdot Q} + \frac{P \cdot l \cdot (c - l)}{c \cdot W} \; kg/cm^2.$$

Sämtliche Bezeichnungen in dieser Formel haben die frühere Bedeutung oder sind aus der Fig. 558 ersichtlich.

Das Doppelgestänge (Fig. 559). Die in der Entfernung l vom Fusspunkt angreifend gedachte Mittelkraft R der wagerechten Beanspruchung

Doppelgestänge.

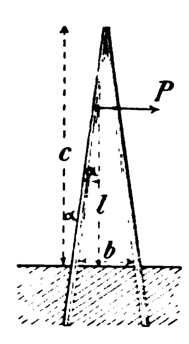


Fig. 558.

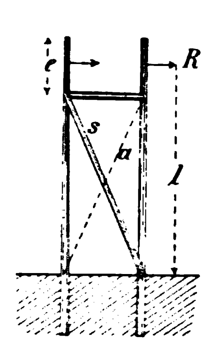


Fig. 559.

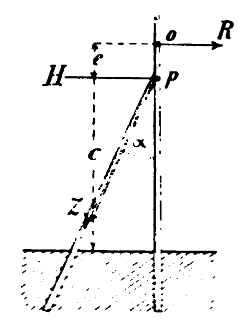


Fig. 560.

wirkt in der Pfeilrichtung. Dieser Kraft müssen entweder der Anker a oder die Strebe s und beide Stangen das Gleichgewicht halten.

Bedeutet Q den Querschnitt einer Stange und W das Widerstandsmoment des am meisten beanspruchten Stangenquerschnitts (Fusspunkt), so ergiebt sich als zulässige Druckbelastung:

$$k = \frac{R \cdot e}{2\,W} + \frac{2\,R \cdot l}{s \cdot Q} \; kg/cm^2.$$

Der Anker (Fig. 560). Die in dem Punkte p angreifend gedachte Kraft H des Ankerzugs muss der in o angreifenden Mittelkraft R der wagerechten Belastung das Gleichgewicht halten. Die Gegenkraft H muss durch die Horizontalkomponente des Ankerzugs Z geleistet werden, während die

Anker.

Vertikalkomponente des Ankerzugs in die Längsrichtung der Stange fällt und diese auf Zerknickungsfestigkeit beansprucht.

Das grösste Kraftmoment von R liegt am Angriffspunkte des Ankers. Bedeutet W das Widerstandsmoment des Stangenquerschnittes und Q dessen Inhalt, so ergiebt sich als gesamte Beanspruchung der verankerten Stange:

$$\text{I.} \qquad k = \frac{R \cdot e}{W} + \frac{\operatorname{cotg} \alpha \cdot \left(1 + \frac{3\, e}{2\, c}\right) R}{Q}\ kg/cm^2.$$

Die höchste zulässige wagerechte Beanspruchung R ergiebt sich, wenn man in dieser Formel für k den Holzstangen den Wert 75, für Eisenstangen 750 einsetzt.

Die Beanspruchung des Ankers ist:

$$\text{II.} \qquad k_1 = \frac{R \cdot \left(1 + \frac{3\, e}{2\, c}\right)}{q \cdot \sin \alpha}\ kg/cm^2.$$

In dieser Formel bedeutet q den Querschnitt des Ankers; man berechnet denselben für sechsfache Sicherheit, wenn man in der Formel II für k_1 den Wert 750 kg einsetzt.

Strebe.

Die Strebe (vgl. Fig. 560). Hier wird die Gegenkraft gegen die resultierende R aus der wagerechten Beanspruchung durch den schräg nach oben gehenden Druck der Strebe geleistet, und zwar muss wiederum die Horizontalkomponente H diese Kraft liefern, während die Vertikalkomponente auf die Telegraphenstange einen senkrecht nach oben gerichteten Zug ausübt.

Die Beanspruchung der Strebe entspricht der des Ankers, sie ist ebenfalls

$$k = \frac{R \cdot \left(1 + \frac{3\, e}{2\, c}\right)}{q \cdot \sin \alpha}\ kg/cm^2.$$

Nimmt man den Fusspunkt der Strebe als fest an und das andere Ende als in der Richtung der Stangenachse geführt, so ergiebt sich als höchste zulässige Druckbelastung für die Strebe:

$$k = n \cdot \frac{2\, \pi^2\, E \cdot J}{l^2}\ kg.$$

In dieser Formel bedeutet n den Sicherheitskoeffizienten für Holzkonstruktion $= \frac{1}{10}$, E den Elektrizitätsmodul des Holzes $= 110\,000\ kg/cm^2$, J das kleinste äquatoriale Trägheitsmoment des Strebenquerschnittes $= \frac{\pi}{64}\ D^4$ und l die Länge der Strebe vom Befestigungspunkte an der Stange bis zum Fusspunkte.

b) Spannung der Leitungen.

Spannung und Durchhang.

Fig. 561.

Spannung und Durchhang (Fig. 561). Der Leitungsdraht bildet zwischen den beiden Aufhängepunkten eine Kettenlinie. Wird angenommen, dass die Aufhängungspunkte in gleicher Höhe liegen und bezeichnet e die Entfernung der Aufhängungspunkte A und B, also den Abstand der beiden Telegraphenstangen,

d den Durchhang des Drahtes, g das Gewicht der Längeneinheit, so berechnet sich die Spannung S des Drahtes am tiefsten Punkte C der Kettenlinie nach folgender Näherungsformel:

$$\text{I.} \qquad S = \frac{g \cdot e^2}{8\,d},$$

also

$$\text{II.} \qquad d = \frac{g\,e^2}{8\,S}.$$

Die Formel $d = \frac{g\,e^2}{8\,S}$ bildet das erste Glied einer Reihe, welche sich aus der Gleichung der Kettenlinie für den Wert d entwickeln lässt; die übrigen Glieder der Reihe können vernachlässigt werden (z. vgl. Blavier, Nouveau Traité de Télégraphie électrique Bd. 2).

Länge des Drahtbogens.

Länge des Drahtbogens. Einen für die Praxis brauchbaren Näherungswert für die Länge des Drahtbogens l zwischen zwei Stangen findet man, wenn der Drahtbogen als Parabel aufgefasst wird.

Die Länge des Parabelbogens AC ist:

$$L = x + \frac{2}{3}\,\frac{x^3}{(2\,p)^2} - \frac{2}{5}\,\frac{x^5}{(2\,p)^4} + \ldots$$

Die Scheitelgleichung der Parabel ist:

$$x^2 = 2\,p\,\gamma \quad \text{oder} \quad 2\,p = \frac{x^2}{\gamma};$$

es ist also

$$L = x + \frac{2}{3}\,\frac{\gamma^2}{x} - \frac{2}{5}\,\frac{\gamma^4}{x^3} + \ldots.$$

Es ist nun $L = \frac{l}{2}$, $\gamma = d$ und $x = \frac{e}{2}$. Da x^3 gegen γ^4 sehr gross ist, so kann das dritte Glied der Reihe bereits unberücksichtigt bleiben, es ergiebt sich also:

$$\text{III.} \qquad l = e + \frac{8\,d^2}{3\,e}.$$

Ungleiche Höhen der Stützpunkte.

Ungleiche Höhen der Stützpunkte (Fig. 562). Der Drahtbogen kann auch in diesem Falle noch als Parabel angesehen werden; der tiefste Punkt des Drahtbogens liegt um so näher am tiefer gelegenen Stützpunkte, je grösser die Höhendifferenz der Stützpunkte A und B ist.

Wir ergänzen den Parabelbogen zwischen den beiden Stützunkten A und B bis E und haben alsdann eine grosse Parabel EDB und in derselben eine kleine Parabel ADF.

Fig. 562.

Die Gleichung der Parabel EDB ist:

$$x^2 = 2\,p\,\gamma$$

und die Gleichung der Parabel ADF ist:

$$(e - x)^2 = 2\,p\,d = 2\,p\,(\gamma - h).$$

Beide Gleichungen durcheinander dividiert ergeben:

$$\frac{x^2}{(e-x)^2} = \frac{\gamma}{\gamma - h} = \frac{h+d}{d}.$$

Nach Formel II, Seite 703 ist

$$d = \frac{g \cdot e^2}{8 \cdot S},$$

es müsste also der Durchhang des ergänzten Drahtbogens *EDB* sein:

$$\gamma = \frac{g \cdot (2\,x)^2}{8\,S} = \frac{g \cdot x^2}{2\,S}.$$

Diese Gleichung mit der Gleichung *I* verbunden ergiebt:

$$\frac{x^2}{(l-x)^2} = \frac{\frac{q\,x^2}{2\,S}}{\frac{q\,x^2}{2\,S} - h}$$

oder

I. $$x = \frac{e^2 + \frac{2\,h \cdot S}{g}}{2\,e} = \frac{g\,e^2 + 2\,h \cdot S}{2\,g\,e}.$$

Die halbe Spannweite der Parabel *ADF* ist demnach:

II. $$x_1 = e - x = \frac{e^2 - \frac{2\,h \cdot S}{g}}{2\,e} = \frac{g\,e^2 - 2\,h \cdot S}{2\,g\,e}.$$

Die erhaltene Entfernung x_1 dient sodann zur Berechnung des Durchhangs d, indem man bei F einen ideellen Stützpunkt annimmt und den Durchhang des Drahtbogens *ADF* nach Formel II, Seite 703 ermittelt.

Abtrieb der Leitungen.

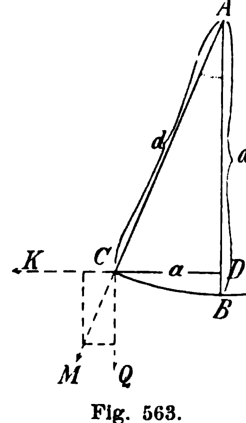


Fig. 563.

Abtrieb der Leitungen (Fig. 563). Unter Abtrieb einer Leitung versteht man die durch den Winddruck hervorgerufene Entfernung derselben aus der vertikalen Lage.

Es bezeichnet

- K den Winddruck, welcher den Draht aus der Lage *AB* in die Lage *AC* bringt,
- $a = CD$ den Abtrieb,
- Q das Gewicht des Drahtes,
- d den Durchhang des Drahtes.

Die Mittelkraft aus dem senkrecht nach unten wirkenden Gewicht des Drahtes und dem in wagerechter Richtung angreifendem Winddrucke K ist:

$$M = \sqrt{K^2 + Q^2},$$

ferner ist:

$$\frac{a}{d} = \frac{K}{M},$$

also

$$a = \frac{d \cdot K}{\sqrt{K^2 + Q^2}}.$$

4. Herstellung von Kabellinien.

Allgemeines. Die Kabel werden gewöhnlich entweder unmittelbar in den Erdboden eingebettet oder in Cementkanäle mit Einzelöffnungen eingezogen. Von der Einziehung der Kabel in Rohrstränge aus gusseisernen Muffenrohren, die für eine grössere Anzahl Kabel bestimmt sind, macht man fast nur noch für Telegraphenkabel Gebrauch. Fernsprechkabel werden unter besonderen Verhältnissen auch in eisernen, zu Gruppen vereinigten Rohren für Einzellagerung verlegt. Flusskabel kommen meist ohne Flusskabelmuffen zur Verlegung.

Guttaperchakabel müssen während der Beförderung, Lagerung und Auslegung vor Wärme, Faserstoff- und Papierkabel vor Feuchtigkeit geschützt werden. Bei letzteren Kabeln dürfen daher die an den Enden aufgelöteten Bleikapseln erst unmittelbar vor Anfertigung der Lötstellen u. s. w. entfernt werden.

a) Verlegung von Erd- und Flusskabeln.

Erdkabel-Verlegung. Der Graben, in den ein Kabel verlegt werden soll, erhält oben eine Breite von 60 cm, auf der Sohle eine solche von 20 bis 30 cm; für Faserstoffkabel genügt eine Tiefe von 60—75 cm, für Guttaperchakabel ist eine Tiefe von 1 m erforderlich.

Wird die Kabellinie durch Gas- oder Wasserrohre oder Kanäle gekreuzt, so ist das Kabel möglichst unterhalb dieser Anlagen zu führen; die hierdurch erforderlich werdende Vertiefung der Grabensohle darf nur allmählich verlaufen. Nötigenfalls sind die Gas- und Wasserwerke u. s. w. um Verlegung der hinderlichen Rohre zu ersuchen.

Bei Überschreitung von öffentlichen Wegen mit Kabelgraben sind Notbrücken anzulegen; Nachts ist der etwa nicht zur Verfüllung gekommene Kabelgraben gehörig zu beleuchten. Die Arbeiten zur Herstellung und Wiederverfüllung des Grabens werden meist von einem Unternehmer ausgeführt; es empfiehlt sich, die Aufbringung des Pflasters und sonstigen Deckmaterials, namentlich in den Städten, der zuständigen Bauverwaltung gegen Kostenerstattung zu überlassen.

Auslegen der Kabel. Die Kabel werden gewöhnlich auf festen Haspeln oder Trommeln aufgewickelt geliefert. Durch die Mitte des Haspels ist eine starke eiserne Welle gesteckt, und diese auf Holzböcken oder eisernen Kopfwinden mit entsprechenden Achslagern frei drehbar eingehängt. Neuerdings wird vielfach von besonders konstruierten Kabeltransportwagen Gebrauch gemacht.

Ist der Kabelgraben vollkommen frei von kreuzenden Gasrohren u. s. w., so wird, wenn ein Kabeltransportwagen nicht zur Verfügung steht, das Kabel mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen Rollwagen geladen, während der Fortbewegung des Wagens neben dem Graben ausgerollt und unmittelbar darauf vorsichtig in diesen hinabgelassen.

Ist der Graben nicht frei, so wird der Kabelhaspel mit der Drehvorrichtung am Anfange des Grabens aufgestellt, das vom Haspel abrollende Kabel im Graben fortgetragen und unter den Hindernissen durchgezogen. An Grabenkrümmungen sind Arbeiter dauernd aufzustellen, oder es sind hölzerne

Gleitrollen anzubringen, die das Scheuern des Kabels an der Grabenwandung verhindern.

Wegen Anbringung von Schutzrohren u. s. w. bei Kreuzung von Rohranlagen, Starkstromkabeln u. s. w. siehe Seite 669.

Sobald das Kabel auf der Grabensohle überall gut aufliegt, wird es 3—4 cm hoch mit Sand oder steinfreier Erde bedeckt, hierauf folgt zum Schutze gegen Beschädigungen bei Erdarbeiten die Abdeckung mit Ziegelsteinen. Das weitere Zuschütten des Grabens geschieht in einzelnen Lagen von nicht über 30 cm Höhe. Zum Feststampfen werden Handrammen benutzt. An den Kabelverbindungsstellen ist der Graben so lange offen zu lassen, bis die Anfertigung der Spleissstelle stattgefunden hat.

Flusskabelverlegung.

Flusskabelverlegung. Bei Flüssen von geringer Breite und Wassergeschwindigkeit wird das Kabel, sofern es nicht mit Flusskabelmuffen zu bekleiden ist, mit dem Haspel und der Drehvorrichtung an dem einen Ufer aufgestellt und von dort über den Fluss nach dem anderen Ufer gezogen. Zu diesem Zwecke werden in der Richtung des Kabelüberganges einige leichte Boote im Flusse verankert. Mittelst eines Taues wird das Kabel auf die Boote gezogen und hierauf von diesen hinab stromabwärts in das Wasser versenkt.

Muss das Kabel wegen des Untergrundes mit Flusskabelmuffen umkleidet werden, oder ist der Fluss breit und die Strömung stark, so wird es mit dem Haspel und der Drehvorrichtung auf einen starken Ruderprahm verladen und bei dessen Überfahrt über den Fluss in das Wasser abgerollt. Zur Führung des Prahms ist unter Umständen eine Reihe von Booten in der Richtung des Kabelüberganges zu verankern; erforderlichen Falles kann der Prahm auch durch einen Dampfer geschleppt werden. Die Bewegung des Haspels ist so zu regulieren, dass das Kabel sich gleichmässig abrollt und mit einem gewissen Abtrieb, aber ohne Schlingen, zur Verlegung kommt. Es darf sich in seiner Lage auf dem Flussbettgrunde durchaus nicht unter Spannung befinden. Das unter Wasser liegende Kabel ist, soweit die Ufer flach sind, mittelst Handbaggerschaufeln möglichst tief einzubaggern. Auf der übrigen Strecke genügt die allmähliche Versandung bez. Verschlammung des Kabels durch den Strom. Die Umkleidung mit Flusskabelmuffen erfolgt entweder auf dem Prahme an dem vom Haspel ablaufenden Kabel oder erst nach der Auslegung durch Wiederaufnahme des Kabels und Unterfahren desselben mittelst eines Kahnes.

Kann das Kabel von einer festen Brücke aus in den Fluss verlegt werden, so ist es auf der Brücke auszurollen, mit beiden Enden in geeigneter Weise festzulegen, von einer genügenden Zahl Arbeiter zu heben und in der ganzen Länge gleichzeitig in das Wasser hinabfallen zu lassen.

An den Ufern ist das Kabel auf 10 bis 15 m Länge im festen Boden einzugraben. Ist dies nicht angängig, so muss das Kabel durch einen sogenannten Kabelhalter festgelegt werden. Das Kabel wird zwischen zwei starke, mit entsprechenden Ausschnitten versehene Schwellen fest eingepresst, nachdem die Einlegestelle vorher mit getheertem Hanfe ausgefüttert worden ist. Die Schwellen finden ihr Widerlager an zwei starken, in die Erde eingerammten, u. U. nach rückwärts verankerten Pfählen.

Zur Verhütung von Beschädigungen durch den Schiffahrtsbetrieb wird die Kabellage durch am Lande stehende Baken oder im Wasser schwim-

mende **Bojen** deutlich erkennbar gemacht. Als Bake genügt in der Regel eine Stange mit einem kugelförmigen Korbgeflecht oder einer Tafel mit der Aufschrift „**Telegraph**". Als Bojen kommen meist birnen- oder tonnenförmige Eisenblechkörper zur Verwendung.

Brückenkabel.

Brückenkabel. Kommen Guttaperchakabel zur Verlegung, so sind sie in dem Kabelkasten mit Schlackenwolle, Asche oder Lehm zu umgeben. Eiserne Kasten werden in Baulängen von 3 bis 4 m geliefert; sie sind an beiden Enden mit vorstehenden Flanschen versehen und werden durch Vernieten der Flanschen zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden.

Sowohl die Holzkasten als auch die eisernen Kasten werden mit dicht schliessenden Deckeln versehen.

Tunnelkabel.

Tunnelkabel. Die erforderlichen hölzernen Kabelrinnen werden in Einzellängen von 4 m hergestellt und die Einzellängen durch Verschraubung mit an den Stossenden untergelegten Lattenstücken zu einem fortlaufenden Ganzen verbunden. Die Hinterwand ist höher, sodass der Deckel eine nach dem Innern des Tunnels abfallende Lage erhält. Zur Befestigung der Rinne dienen Bankeisen.

b) Herstellung von Kabelrohrsträngen aus gusseisernen Muffenrohren.

Kabelrohrstrang.

Kabelrohrstrang. Die eisernen Rohre sind mit der Unterkante im allgemeinen 1 m tief in die Erde einzulegen; die Breite des Grabens richtet sich nach dem Durchmesser der Rohre und ist so knapp als möglich zu bemessen. Zwischen je 2 Kabelbrunnen muss der Rohrstrang in gerader Richtung verlaufen. Die Verlegung hindernder Gasrohre u. s. w. ist bei den in Betracht kommenden Verwaltungen rechtzeitig zu beantragen.

Auf eine wasser- und gasdichte Verbindung der Muffenrohre ist die grösste Sorgfalt zu verwenden; sie erfolgt unter Benutzung von Weissstrick und bestem geschmolzenen Muldenblei.

Zwischen je 2 Kabelbrunnen wird ein 5 mm starker Eisendraht mit in die Rohre eingelegt.

Kabelbrunnen.

Kabelbrunnen. Je nachdem die Brunnen, denen in der Regel eine rechteckige Grundform zu geben ist, in dem Fussgängersteig oder im Fahrdamm herzustellen sind, erhalten sie Wandungen aus 25 cm oder 35 bis 40 cm starkem Backsteinmauerwerk.

Die Grösse der einzelnen Brunnen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und der Zahl der einzuziehenden Kabel; die Tiefe beträgt gewöhnlich 1,10—1,50 m.

Die obersten Schichten des Mauerwerkes der Brunnenwände sind halsförmig nach dem Innern des Brunnens soweit einzuziehen, dass dessen Abdeckung überall ein genügendes Auflager findet. Die innere Abdeckung des Brunnens besteht aus zwei übereinander greifenden verzinkten Wellblechdeckeln, welche auf den beiden I-Eisen aufliegen, die an den Längswänden des Brunnens die untere Kante der Einsteigeöffnung einfassen. Die im Niveau der Strasse liegende obere Kante der Einsteigeöffnung wird mit einem Rahmen aus starkem Bandeisen eingefasst, welcher die auf der obersten Schicht des Mauerwerkes aufzulegende äussere Abdeckung des Brunnens aufzunehmen hat. Brunnen im Fussgängersteige werden mit Granitplatten abgedeckt, nach Erfordernis auch mit einem eisernen Kasten mit Mosaik- oder Asphaltpflaster.

Bei den in der Fahrstrasse anzulegenden Brunnen (Fig. 564) ist behufs Erzielung grösserer Tragfähigkeit die eigentliche Decke des Brunnens mit einem Granitgeschränke herzustellen, welches auf starke eiserne Träger aufgelagert ist, die auf dem Mauerwerke des Brunnens ruhen. Auf dem Granitgeschränke ruht die Zarge der etwa 63 cm weiten Einsteigeöffnung, deren untere Abdeckung aus Wellblechdeckeln und deren obere Abdeckung aus einer Eisenplatte oder einem Eisenrahmen mit Stirnholzeinlage herzustellen ist.

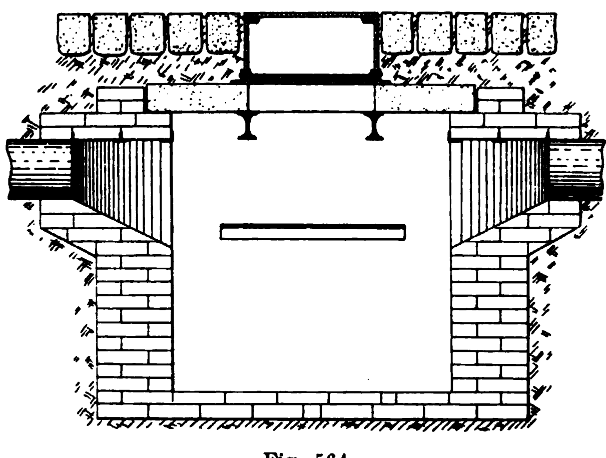


Fig. 564.

Zur Befestigung der Gleitrollen für das Einziehen der Kabel empfiehlt sich die Einmauerung von je einem T-Eisen in die beiden dem Rohrzuge parallelen Wände des Brunnens ungefähr in der Höhe der unteren Rohrwandung.

Die in den Kabelbrunnen einzuführenden Rohre u. s. w. enden 40 bis 50 cm vor dem Brunnen, alsdann folgt die trichterförmig erweiterte Öffnung der Brunnenwand.

Um das Eindringen von Grundwasser sowie von Leuchtgas in die Brunnen zu verhindern, ist die Sohle der Brunnen aus einer doppelten Lage von Steinen in Cement unter Versetzung ihrer Fugen herzustellen. Sämtliche Fugen im Innern des Brunnens sind sorgfältig zu verstreichen, seine Aussenwände sind mit Cement zu berappen. Brunnen, die dauernd im Grundwasser liegen, sind mit Asphalt zu mauern.

Das Eindringen bez. Ansammeln von Strassenwasser in den Brunnen wird verhütet entweder durch die Herstellung einer Erhöhung nach den Brunnen zu, oder einer Abflussrinne um sie herum. Haben diese Maassregeln keinen Erfolg, oder sind sie nicht anwendbar, so kommen sogenannte Schlammfänge zur Verwendung, d. s. mit Mennige u. s. w. gestrichene Eisenblechkasten, welche in zwei Eisenwinkeln unter der oberen Brunnenöffnung angebracht werden.

Bei besonders gefährdeten Brunnen kann auch unter Anwendung von eisernen Deckeln mit Linoleumbelag ein luft- und wasserdichter Abschluss der Brunnenöffnung erzielt werden. Mehr als zwei aufeinanderfolgende Brunnen dürfen wegen der immerhin durch Gasansammlung möglichen Explosionsgefahr nicht luftdicht abgeschlossen werden. Endlich können zur Entwässerung der Brunnen noch sogenannte Sickerrohre, d. s. eiserne Rohre bis 2,5 m Länge, an der tiefsten Stelle der Brunnensohle eingetrieben werden. Sie werden mit der Sohle der Brunnen durch Cementmauerwerk wasserdicht verbunden und mit scharfem, ausgewaschenem Sande locker ausgefüllt.

Einziehen der Kabel.

Einziehen der Kabel. Die Einzellängen der einzuziehenden Kabel werden bei einer geringen Anzahl der Adern auf 600 m bemessen, bei vieladerigen Fernsprechkabeln auf 200—400 m.

Mit Hülfe des beim Einbetten der Rohre in diese eingelegten Eisendrahts wird zunächst ein schwaches Drahtseil, das Zugseilchen eingezogen. Ein starkes Stahldrahtseil, das Zugseil, und gleichzeitig ein Zugseilchen für die nächstfolgende Einziehung werden nachgezogen. Um Verschlingungen der Seile zu verhüten, wird zwischen ihnen ein Führungsschlitten eingeschaltet, welcher der Rohrweite entsprechend breit gestellt werden kann. Zum Durchziehen des Führungsschlittens dient eine Seilchenwinde, die leicht tragbar hergestellt ist und eine schnelle Auswechselung der Seiltrommeln gestattet.

Bei einem Reissen des Zugseils oder Zugdrahts im Rohrstrange, oder wenn Verschlingungen des Drahtes mit einem Kabel nicht zu beseitigen sind, muss ein neuer Draht in das Rohr eingeführt werden. Für diesen Zweck dient das Einführungsgestänge, das aus dünnwandigen schmiedeeisernen Gasrohren von 1 m Länge und 2,5 cm Durchmesser mittelst Verschraubungen bis zu einer Länge von 150 m zusammengesetzt werden kann. Das erste Rohrende trägt eine massive, birnenförmig gestaltete Führungsspitze, das letzte einen Ring zur Befestigung des einzuziehenden Seilchens.

Zum Absperren der geöffneten Kabelbrunnen dienen hölzerne Gestelle, die sich zusammenklappen lassen.

Die Arbeiten zum Einziehen der Kabel in die Rohre beginnen mit dem Einsetzen der Gleitrollen und der gleichartigen, nur etwas kleineren Packrollen, wenn dem Kabel eine besondere Lage zu den bereits im Rohrstrange verlegten gegeben werden soll. Das Einziehen des Kabels in den Rohrstrang erfolgt unter Benutzung der Kabelwinde zum Anziehen des Zugseils. Die Kabelwinde wird hinter demjenigen Brunnen unverrückbar aufgestellt, bis zu welchem das Kabel eingezogen werden soll. Der Kabelhaspel mit Drehvorrichtung erhält seinen Standpunkt an dem Brunnen, bis zu welchem die Kabellänge reicht; sehr lange Kabel sind von einem nahe der Mitte gelegenen Brunnen einzuziehen. Die grössere Teillänge wird in diesem Falle vom Haspel eingezogen, und hierauf die kleinere Länge in Doppelschleifen vom Kabelhaspel abgelegt und nach der anderen Seite eingezogen.

Bei der Verbindung des Kabels mit dem Zugseil ist jedesmal zu prüfen, ob die Zugöse des Kabels frei von hervorstehenden Drahtenden ist und eine geringere Ausdehnung als der Körper des am Zugseile befindlichen Verbindungsstücks besitzt.

In den Brunnen selbst werden die Kabel nach den Seiten gelagert, damit die Mitte möglichst frei bleibt. Die Bezeichnung der einzelnen Kabel erfolgt durch fest umgelegte Aluminiumblechstreifen mit eingepresster Nummer.

c) Herstellung von Cementkanälen und Eisenrohrsystemen für Einzellagerung.

System Hultman.

System Hultman. Zur Verlegung der Formstücke aus Cement mit 7 Einzelöffnungen nach schwedischem Muster System Hultman wird ein 80 cm breiter und ebenso tiefer Graben ausgeworfen, in welchen die Form-

stücke mittelst einer hölzernen Tragvorrichtung eingelegt werden. Nachdem ein Stück so gelagert ist, dass sein Muffenende vom ersten Brunnen abgekehrt ist, wird ein zweites Formstück, dessen Spitzende mit getheertem Hanfstrick umwunden ist, solange gerichtet, bis die in dasselbe eingebrachten 7 Holzleeren genau in die entsprechenden Löcher des ersten Formstücks passen. Alsdann wird das Spitzende in die Muffe soweit eingeschoben, dass zwischen Stoss und Muffe noch ein Zwischenraum von 1 cm bleibt. Nachdem auf diese Weise 12 bis 15 Formstücke gelegt sind, werden Eisenstäbe von 3, $3^1/_2$ und 4 m Länge in die Längsnuten derart eingebracht, dass die Stösse der Stücke auf verschiedene Stäbe verteilt sind. Die Stäbe werden mit Cement verstrichen. Die weiterhin verwendeten Stäbe haben sämtlich eine Länge von 3 m, sodass die Stösse auf die einzelnen Stäbe verteilt bleiben. Endlich werden die Zwischenräume zwischen den Formstücken mit einer heissen, aus einem Teile Goudron und 3 Teilen Asphalt bestehenden Mischung gedichtet. Hierbei wird an den Unterseiten Thon umgelegt, damit das Dichtungsmaterial nicht ausläuft. Die zwischen den unteren beiden Stäben befindliche Fuge, in welche das flüssige Dichtungsmaterial nicht gelangen kann, wird mit Nudeln gedichtet, die aus halb erkaltetem Dichtungsmaterial gebildet sind und nach ihrer Einlegung mit einem heissen Eisenspatel gut verstrichen werden.

Plattensystem.

Plattensystem. Die Verlegung der Formstücke aus Cement nach dem Plattensystem erfolgt auf ähnliche Weise wie beim schwedischen System ohne Unterbettung unmittelbar auf die Sohle des Baugrabens. In der untersten Lage werden die Stossenden in eine Schicht von Cementmörtel — ein Teil Cement und sechs Teile Sand — gebettet und an den Stossfugen mit feinem, nur wenig angefeuchtetem Cementmörtel gedichtet. In die Aussparungen an den Stirnwänden werden eiserne Dorne von 9 cm Länge mit reinem Cementmörtel eingefügt. Beim Aufbau von mehreren Lagen übereinander werden die Formstücke versetzt übereinander mit Cementmörtel im Verband aufgemauert. Der Kanal erhält dadurch eine solche Festigkeit, dass er imstande ist, sich bei Untergrabungen auf mehrere Meter frei zu tragen. Auf den Fugen der Deckschicht wird ein 2 cm starker und 10 cm breiter Wulst aus Cementmörtel aufgebracht.

Eisenrohrsystem.

Eisenrohrsystem. Zur Verlegung eines Eisenrohrsystems für Einzellagerung von 7 Kabeln ist ein 70 cm breiter und 80 cm tiefer Graben erforderlich. Auf der Grabensohle werden zunächst 4 Rohre nebeneinander gelagert und auf diese 3 weitere Rohre aufgebracht. Der zwischen beiden Lagen und den einzelnen Rohren vorhandene Zwischenraum wird mit steinfreier Erde ausgefüllt und sorgfältig mittelst Holzspatels festgestampft. Auch hier sind die Muffen vom Brunnen abgewendet. Sodann werden die Spitzenden der nächsten 7 Rohre mit Gummiringen versehen und in die Muffen der ersten Rohre geschoben. Inzwischen sind in Entfernungen in 1,10 m kurze Eisenschienen zwischen die beiden Lagen der ersten Rohre geschoben und diese durch zwei Drahtschlingen, die aus 4 mm starkem Eisendraht in mehrfachen Umwindungen bestehen, zu einem untrennbaren Ganzen verbunden worden.

Beim Zuschütten des Grabens ist darauf zu achten, dass auch die Zwischenräume zwischen den oberen Rohren gut mit nicht zu grobem Material ausgefüllt und verstampft werden.

Einziehen der Kabel in Cementkanäle. Zur Einbringung eines Seilchens in die Cementblöcke u. s. w. dient ein leichtes Einführungsgestänge aus Bambusrohr von ähnlicher Einrichtung wie oben für Rohrstränge beschrieben. Mittelst des eingezogenen Seilchens wird eine mit Fett getränkte Bürste, an deren anderem Ende ein zweites Seilchen befestigt ist, durch den Rohrgang solange hin und her gezogen, bis das Rohr auf seiner ganzen Länge genügend eingefettet ist. Die Einfettung erfolgt deshalb, damit das Kabel beim Einziehen möglichst wenig durch Reibung gefährdet wird. Mit einem der Seilchen, die bisher zur Einfettung gedient haben, wird alsdann das starke Zugseil in den Rohrgang eingezogen.

Einziehen der Kabel in Cementkanäle.

In der Regel werden unbewehrte Kabel eingezogen. Um bei dem Einziehen solcher Kabel den Bleimantel nicht zu beschädigen und sie sicher festzuhalten, werden die Kabel mit besonderen Zugösen ausgestattet.

Einziehen der Kabel in Einzellagerröhren. Beim Einziehen der Kabel in die Einzellagerröhren wird im allgemeinen ebenso verfahren wie beim Einziehen der bewehrten Kabel in die gemeinschaftlichen Rohrstränge. Die untere Kabelfläche wird mit Fett bestrichen, damit dem Rohre das ihm vom durchlaufenden Kabel entzogene Fett wieder zugeführt wird.

Einziehen der Kabel in Einzellagerröhren.

Die Einrichtung der Kabelbrunnen entspricht im wesentlichen der oben beschriebenen. Es müssen jedoch die Brunnen, in welchen Kabelspleissstellen angefertigt werden sollen, oder in welchen die Rohrstränge ihre Richtung ändern, mit grösseren Einsteigöffnungen und grösserem Innenraume hergestellt werden.

d) Herstellung der Kabellötstellen.

Faserstoffkabel-Lötstelle. Die Schutzdrähte jedes Kabels werden auf eine der Grösse der Lötmuffe entsprechende Länge mittelst eines Drahtbundes aus 1 mm starkem Drahte abgebunden und hart am Drahtbund abgefeilt. Die Bunde kommen in die Einführungsöffnungen der Muffe zu liegen und müssen diese ausfüllen, damit sie beim Aufschrauben der Schellen unwandelbar festliegen und somit jeden Zug von der eigentlichen Spleissstelle fernhalten.

Faserstoffkabel-Lötstelle.

Der Bleimantel wird bis auf eine Entfernung von 9 cm von den Enden der Schutzdrähte sorgfältig abgeschnitten, ebenso das darüber liegende Isolierband bis auf 1 cm vom Ende des Bleimantels gerechnet.

Hierauf sind die Kupferdrähte in der Weise freizulegen, dass von jeder Isolierhülle immer noch 1 cm mehr als von der darüber befindlichen stehen bleibt. Die isolierenden Fasern werden nach Erfordernis mit Fäden abgebunden, um ein Aufdrehen zu verhüten.

Hierauf werden die beiden Kabelenden mit einer Auseinanderstellung, welche den Abmessungen der Kabelmuffe genau entspricht, auf einem Holzgestell unwandelbar so festgelegt, dass die zusammengehörigen Adern einander gerade gegenüberliegen. Nachdem die Adern sodann in die Stabilitscheiben, die 4 cm Abstand behalten müssen, eingezogen bez. eingelegt sind, erfolgt die metallische Verbindung mit Hülfe von aufgeschlitzten Kupferröhrchen durch Verlötung mit Röhrenlötzinn. Die aus den Kupferröhrchen herausstehenden Drahtenden sind mit dem Drahtschneider einer kleinen Flachzange abzuschneiden.

Nach der Verlötung sämtlicher Adern erfolgt die Abdämpfung bez. Austrocknung der Lötstelle durch Übergiessen mit der auf 200° C erwärmten Isoliermasse solange, bis sich keine Schaumbläschen mehr an der Oberfläche des Kabels oder an den Adern und an der ablaufenden und wieder aufzufangenden Isoliermasse zeigen. Jede Ader erhält hierauf zwischen den Stabilitscheiben ein Nummernblech.

Der Bleimantel und die ihn bedeckende Umspinnung werden hierauf durch Umwickeln mit gummiertem Bande so weit verstärkt, dass die seitlichen Öffnungen der Asphaltkammern der Lötmuffe bei aufgeschraubtem Deckel vollständig durch das Kabel ausgefüllt werden. Der gegenteilige Fall, dass zur Erzielung eines geringeren Durchmessers die Umspinnung des Bleimantels weggenommen werden muss, kommt selten vor. Vor Umlegung der Lötmuffe um die Verbindungsstelle wird die Muffe mässig angewärmt; die Dichtung beider Hälften erfolgt durch Gummistreifen. Nach erfolgter Verschraubung der Muffenhälften wird die Muffe nochmals mit einer Spirituslampe gut angewärmt; hierauf werden die Asphaltkammern mit Asphalt und

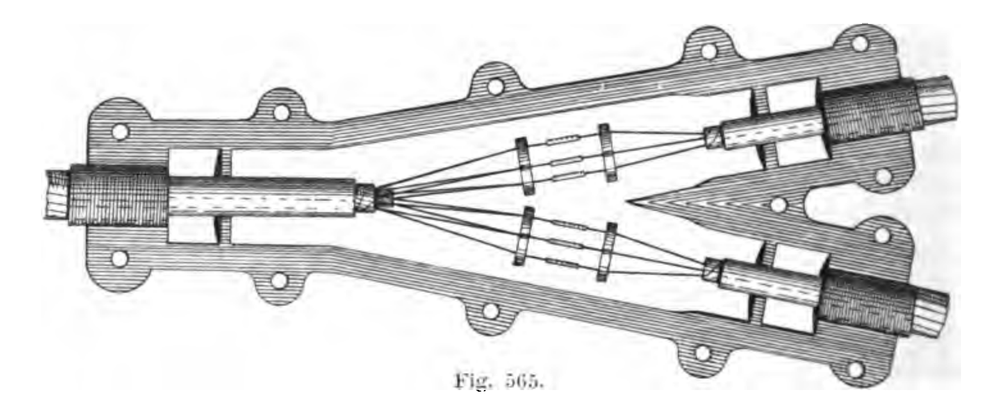


Fig. 565.

nach dessen Erstarren die Mittelkammer mit Isoliermasse ausgegossen. Das Ausgiessen ist allmählich zu bewirken, damit die durch die Füllmasse verdrängte Luft aus den Kammern entweichen kann. Eine Lötstelle zwischen einem 14 aderigen Faserstoffkabel und zwei 7 aderigen Faserstoffkabeln wird durch Fig. 565 veranschaulicht.

Die Verbindung von Kabeln mit mehr als 14 Adern erfolgt in neuester Zeit ohne Verlötung und Anwendung von Stabilitscheiben mittelst verzinnter prismatischer Kupferhülsen von 1,5 cm Länge. In diese werden die von ihrer Isolierschicht auf die angegebene Länge befreiten, einander entsprechenden Leiter von beiden Seiten her eingeschoben und darin mit einer besonderen Presszange festgeklemmt, wobei die Seitenflächen der Hülsen der Form der Zange entsprechende, wellenförmige Eindrücke erhalten. Über die Verbindungsstelle wird zur Isolierung eine Papierhülse von etwa 5 cm Länge geschoben. Die Muffen werden dann in gewöhnlicher Weise mit Isoliermasse ausgegossen.

Gutta-perchakabel-Lötstelle.

Guttaperchakabel-Lötstelle. Um beide Kabelstücke wird 50 cm vom Ende entfernt ein Bindedrahtbund fest herumgelegt. Die Schutzdrähte werden nach Entfernung der asphaltierten Jutehanfumspinnung über die Bindedrahtbunde umgebogen und hinter diesen so abgeschnitten, dass die

verbleibenden Enden einen die Bindedrahtbunde bedeckenden Kranz bilden. Die innere Jutehanfumspinnung der Kabelseele wird abgewickelt; dann sind die nunmehr freiliegenden Guttaperchadrähte mittelst Putzwolle, die in Naphta getaucht ist, sorgfältig zu reinigen. Hierauf werden die Enden der 7 Litzendrähte, von denen auf 4—5 cm die Guttaperchahülle vorsichtig entfernt worden ist, unter Zuhülfenahme des Lötkolbens zu einem Stücke zusammengelötet. Die Litzenenden werden nun abgeschrägt, die abgeschrägten Flächen der zusammengehörigen Adern aneinandergelegt und verlötet. Die Lötstelle ist nach Erkalten des Lötzinns glatt zu feilen und mit 0,25 mm starkem Kupferdrahte dicht zu umwickeln. Die Umwicklung wird ebenfalls verlötet. Über der Umwicklung ist eine zweite anzubringen, von dieser werden aber nur die über die erste Umwicklung hinausgreifenden Enden verlötet, damit bei einem etwaigen Nachgeben der Verlötung der Litzen immer noch eine Verbindung bleibt.

Nachdem auf diese Weise die Kupferlitzen sämtlicher Adern verbunden sind, werden sie mit Naphta gereinigt und in folgender Weise mit einer isolierenden Hülle umkleidet. Auf dem blanken Kupferdraht und der Lötstelle ist zunächst ein Überzug von Chatterton compound anzubringen und mit einem warmen Glätteisen zu glätten. Die Enden der Guttapercha werden hierauf mit der Spirituslampe leicht erwärmt, und nachdem die äussersten Teile mit den Fingernägeln abgekniffen sind, wird die Guttapercha der einen Seite mit drehender Bewegung von Daumen und Zeigefinger nach vorwärts über die Drahtverbindungsstelle bis zum entgegengesetzten Ende geschoben. Der äusserste Guttaperchateil wird wieder mit den Fingernägeln abgekniffen. Die Guttapercha der anderen Seite wird in gleicher Weise nach vorn über die bereits vorhandene Schicht gezogen, die Verbindungsstelle sodann unter leichtem Erwärmen zusammengeknetet und rund verarbeitet. Hierauf bringt man wieder eine dünne Schicht Chatterton compound auf, indem man die Compound-Stange längs der Guttapercha hin und her rollt. Die aufgebrachte Schicht wird mit dem warmen Glätteisen gleichmässig verarbeitet. Der nunmehr folgende zweite Guttaperchaüberzug wird durch eine abgepasste Guttaperchaplatte gebildet, welche um die erwärmte Lötstelle gelegt und mit den Rändern zusammengepresst wird. Die überstehenden Ränder werden dicht über der Lötstelle abgeschnitten; die Naht wird unter Auspressen der noch vorhandenen Luft zugedrückt und mit dem warmen Glätteisen gut geschlossen. Nachdem die Enden der neuen Umhüllung unter Anwendung des Glätteisens mit den unversehrt gebliebenen Enden der Guttapercha der Leitungsader in die innigste Verbindung gebracht sind, wird die Lötstelle wieder ganz erwärmt und rund verarbeitet. Den Schluss bildet eine dritte Schicht Chatterton compound, die in derselben Weise wie die zweite Schicht aufzubringen ist. Sind auf diese Weise sämtliche Adern isoliert, so wird die innere Hanfumwicklung wieder hergestellt und die Lötmuffe umgelegt.

Verbindung eines Faserstoffkabels mit einem Guttaperchakabel.

Verbindung eines Faserstoffkabels mit einem Guttaperchakabel. Sie wird durch Zwischenschaltung eines kurzen Stückes wetterbeständigen Kabels (Seite 651) bewirkt. Als Lötmuffe dient eine Doppelmuffe, welche aus zwei Muffen für Faserstoffkabel besteht, die durch eine gemeinsame Schelle zu einem Ganzen verschraubt werden. Die Anfertigung der Lötstelle zwischen Faserstoffkabel und wetterbeständigem Kabel erfolgt in gleicher Weise wie die Herstellung der Lötstellen in Faserstoff-

kabeln. Nachdem die Lötstelle gut abgedämpft ist und die Kammern der Lötmuffe mit Isoliermasse bez. Asphalt gefüllt worden sind und verkühlt haben, wird zur Herstellung der zweiten Verbindung — zwischen dem wetterbeständigen und dem Guttaperchakabel — geschritten. Die Länge des wetterbeständigen Kabels ist hierbei so zu bemessen, dass die Enden der mit dem Guttaperchakabel zu verlötenden Adern in die Mitte der Muffenhauptkammer zu liegen kommen. Vom Guttaperchakabel werden die Schutzdrähte, den Muffenabmessungen entsprechend, nach Aufbringung eines Drahtbundes entfernt. Die Juteumspinnung wird aufgedreht und zurückgeschlagen, die Kupferlitzen werden auf 2—3 cm von der Guttapercha befreit.

Um später Berührungen zu verhüten, wenn die durch das Ausgiessen der Muffe mit heisser Masse erweichende Guttapercha ihren Halt verliert, wird jede Ader für sich bis zu den Schutzdrähten mit zwei entgegengesetzten Lagen von Isolierband spiralig umwickelt.

An Stelle der Bandumwicklung können auch Isolierröhrchen aus asphaltiertem Papier treten; letztere sind jedoch vor ihrer Verwendung mit Isoliermasse gut abzudämpfen. Die so geschützten Adern des Guttaperchakabels werden mit dem stehen gebliebenen Jutegespinnst und erforderlichen Falles noch mit gummiertem Bande dicht bewickelt, sodass die Öffnungen der Asphaltkammer ausgefüllt werden.

Die Gummiadern des wetterbeständigen Kabels, welche auf die erforderliche Länge von der Gummihülle befreit werden, bedürfen eines Schutzmittels gegen die Erwärmung durch die Ausgussmasse nicht. Nachdem die Litzendrähte des Guttaperchakabels zu massiven Drähten verlötet sind, werden sie mit den entsprechenden Kupferleitern des wetterbeständigen Kabels unter Anwendung von Stabilitscheiben u. s. w. in der Seite 711 angegebenen Weise verbunden.

Ein Abdämpfen der Lötstelle ist nicht erforderlich, da weder Gummi noch Guttapercha hygroskopisch sind. Zur Füllung der seitlichen Kammern dient die gewöhnliche Asphaltmasse, zur Füllung der mittleren Kammer eine besondere Isoliermasse, die nur auf 100 ° C erwärmt zu werden braucht. Sowohl die Asphaltkammer als auch das Guttaperchakabel ausserhalb der Muffe werden durch nasse Tücher gekühlt.

Flusskabel-Lötstelle.

Flusskabel-Lötstelle. Die Verbindung zweier Flusskabel durch eine Lötstelle erfolgt im wesentlichen wie die Verbindung von Guttaperchaerdkabeln. Die Landkabellötmuffe gewährt jedoch nicht genügenden Schutz gegen das Zerreissen der Lötstelle. Die erforderliche Sicherheit wird deshalb dadurch geschaffen, dass die eisernen Schutzdrähte nicht, wie bei Erdkabeln abgeschnitten, sondern so miteinander verbunden werden, dass sie die Lötstelle vor Inanspruchnahme auf Zug schützen.

Die beiden Kabelenden werden zu diesem Zwecke in einer Entfernung von 75 cm vom Ende mit 3 mm starkem verzinkten Eisendrahte fest umwickelt. Die Schutzdrähte werden bis zu diesen Drahtbunden nach Entfernung der äusseren Juteumspinnung abgewickelt und zurückgebogen.

Sodann wird die innere Juteumspinnung abgewickelt und die freigelegten Adern werden bis auf 25 cm von den Drahtbunden ab verkürzt. Die Herstellung der Lötstelle erfolgt unter Benutzung einer Spannvorrichtung in der für Guttaperchakabel beschriebenen Weise.

Nach Fertigstellung der Verbindungsstelle werden die zurückgebogenen Schutzdrähte wieder gestreckt und in zwei Lagen über die Verbindungsstelle gelegt. Zu jeder Lage wird die Hälfte der Schutzdrähte jedes Kabelendes verwendet. An den Drahtbunden werden die mit ihren Enden über die Lötstelle beiderseits hinwegragenden Schutzdrähte hakenförmig aufgebogen. Innerhalb der aufgebogenen Schutzdrähte wird die ganze Verbindungsstelle mit 4 mm starkem Leitungsdrahte fest und in dicht nebeneinander liegenden Windungen umwickelt, sodass die Rundung der aufgebogenen Schutzdrähte an diesem Bunde einen festen Widerstand findet, wenn auf das Kabel ein Zug ausgeübt wird. Die aufgebogenen Enden der Schutzdrähte werden schliesslich ganz nach Innen auf den Drahtbund gebogen und noch mit einigen Lagen 4 mm starken Drahtes fest umwickelt, um das Aufbiegen zu verhüten. Die fertige Verbindungsstelle wird ganz mit Jutehanf umgeben und mit kreosotfreiem Asphalt gut bestrichen.

Lötstelle in bewehrten Fernsprechkabeln.

Lötstelle in bewehrten Fernsprechkabeln. Um die richtige Länge der beiden zu verbindenden Kabel zu treffen, legt man ihre Enden im Kabelbrunnen nebeneinander; die Mitte der Lötstelle wird durch einen Strich mit der Feile in den Schutzdrähten markiert. Hierauf ist von beiden Kabeln soviel abzuschneiden, dass jeder Schnitt vom Feilstrich 8 cm entfernt bleibt. Dieser Überschuss ist notwendig, um die nötigen Längen zur Ausführung der Würgelötstellen in den einzelnen Adern zu erlangen und um sie auf beide Hälften des Muffenraums verteilen zu können, damit die fertige Lötstelle möglichst geringen Durchmesser erhält. Um die Kabelseele vor dem Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, wird sie, nachdem die Schutzdrähte auf etwa 24 cm entfernt worden sind, mittelst eines am Bleimantel gehörig abgedichteten Trichters mit siedender Isoliermasse ausgefüllt. Das Kabel wird hierbei etwas angewärmt, damit die Isoliermasse bis etwa 1 m in das Kabel eindringt. Das zweite Kabel wird auf dieselbe Weise vorgerichtet. Hierauf wird der Bleimantel auf etwa 20 cm vorsichtig abgeschnitten, die Adern werden freigelegt und die Kabel alsdann auf einem Holzgestell so gelagert, dass die zusammengehörigen Adern einander gegenüber stehen. Nach Reinigung der Drähte erfolgt ihre Verbindung durch Würgelötstellen; jede Lötstelle wird durch ein vorher auf die eine Ader aufgeschobenes Papierröhrchen bedeckt. Zur Kennzeichnung der Adernpaare wird die verzinnte Ader mit einer Nummerhülse aus dünnem Kupferblech versehen.

Sämtliche Adern werden hierauf mit in Isoliermasse getränktem Baumwollenbande lose, aber doch so fest umwickelt, dass eine Verschiebung der isolierenden Papierröhrchen nicht eintreten kann. Das Austrocknen der Lötstellen, die Einlagerung in die Lötmuffe und das Ausgiessen der letzteren mit Asphalt- und Isoliermasse erfolgt in gleicher Weise wie bei den Lötstellen in Faserstoffkabeln.

Die Lötstellen in Fernsprechkabeln für Einzelleitungsbetrieb werden ebenso angefertigt; ausser den Adern werden auch die blanken Erdleitungsdrähte miteinander verlötet.

Lötstellen in unbewehrten Fernsprechkabeln.

Lötstellen in unbewehrten Fernsprechkabeln. Sie werden im allgemeinen in ähnlicher Weise wie die in Kabeln mit Schutzdrähten hergestellt, insbesondere werden auch die Kabelenden mit Isoliermasse ausgegossen. Nachdem der Bleimantel auf eine der Grösse der Muffe entsprechende Länge vorsichtig und ohne Beschädigung der Isolierhülle der

äusseren Drähte entfernt und die einzelnen Adernpaare freigelegt worden sind, werden je zwei zu verbindende Kupferadern auf etwa 3 cm Länge zusammengewürgt. Die Würgestelle wird parallel zur Ader umgelegt und mit dem Papierröhrchen überdeckt. Eine Verlötung der Adern findet nicht statt.

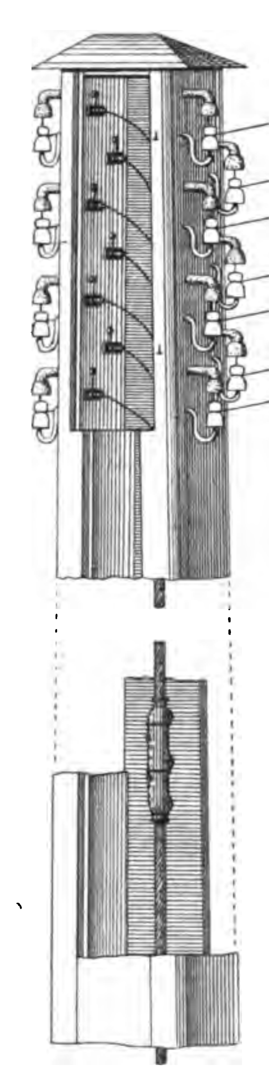


Fig. 566.

Da aber die Verbindungsstellen nicht mit heisser Isoliermasse ausgetrocknet werden können, so müssen die zur Verwendung kommenden Papierröhrchen vor dem Gebrauch über Holzkohlenfeuer gut getrocknet sein. Vor Fertigstellung der Spleissstelle werden die beiden Teile der Bleimuffe (Seite 669) auf die Kabelenden aufgeschoben. Die Stellen des Bleimantels, welche mit den Muffenenden verlötet werden sollen, sind blank zu schaben und mit Talg zu bestreichen. Der Bleimörtel (Seite 669) wird bis zum Schmelzen erhitzt und im geschmolzenen Zustand über die Verbindungsstellen von Muffe und Kabel so vorsichtig hin und her gegossen, dass ein Durchschmelzen des Bleimantels nicht eintreten kann. Sobald der Mörtel und das Blei sich vermengen, wird das Übergiessen eingestellt und der weiche Mörtel mittelst eines in Talg getauchten, vierfach gefalteten Stückes englischen Leders zu einer Wulst, der sogenannten Plombe verstrichen. Sodann werden die verzinnten Flächen der beiden Halbmuffen gereinigt, mit Talg eingerieben und mit dem Lötkolben verlötet. Bei dieser Verlötung muss möglichst viel Lötzinn zur Verstärkung der beiden Nähte aufgetragen werden.

Überführungssäulen.

Überführungssäulen (Fig. 566) dienen zur Verbindung oberirdischer Linien mit Kabellinien. Zwei starke, mit Kupfervitriol zubereitete Kiefernhölzer von 7 oder 8,5 m Länge werden so in die Erde eingestellt, dass sie an ihren oberen Enden 8 cm voneinander abstehen und nach unten auf je 1 m Länge um 2 cm weiter auseinander gehen. Am oberen Ende sind die Hölzer an der inneren Seite auf je 8 cm so auszuschneiden, dass ein kastenartiger Raum von 24 cm Weite entsteht. Die Tiefe der Ausschneidung hängt von der Zahl der einzuführenden Kabeladern ab. Der Zwischenraum zwischen den Hölzern wird bis auf den oberen Teil der Vorderseite durch starke, astfreie Bretter, die in Falze der Hölzer eingreifen, geschlossen. Die Vorderseite des kastenartigen Raumes wird durch eine mit Gummiliderung und Schloss zu versehende Thür abgeschlossen. Im Innern des oberen Raumes befinden sich an den Seitenwänden Messingklemmen auf Ebonitunterlagen. Oberhalb dieser Klemmen greifen durch die Seitenwände Ebonitrohre mit Glocken, und unterhalb derselben sind an den Aussenwänden der Überführungssäule Isoliervorrichtungen Nr. III auf hakenförmigen Schraubenstützen angebracht. Die Ebonitrohre stehen in zwei Reihen gegeneinander versetzt. Eine Zinkblech-

abdachung schliesst die Säule nach oben ab. Von der Abspannstange bis zu den Isoliervorrichtungen Nr. III der Überführungssäule wird leichte Leitung benutzt.

Einführung von Guttaperchakabeln. — Guttaperchakabel werden in der Überführungssäule hochgeführt und im oberen Teile mit einem Drahtbunde versehen. Von dem Drahtbund werden die Guttaperchaenden freigelegt, und nachdem die metallblank geschabten Litzenenden zu einem Ganzen verlötet sind, in den Klemmen festgelegt. Von den Klemmen führen Guttaperchadrähte mit getheerter Hanfumspinnung durch die Ebonitrohre nach den Isolatoren; um deren Hals werden die blanken Enden einmal herumgeführt und sodann in 5 bis 6 Wicklungen um den leichten Leitungsdraht herumgewickelt. Die Wickelstelle wird gut verlötet.

Einführung von Faserstoffkabeln. — An die Faserstoffkabel ist vor ihrer Verbindung mit den oberirdischen Leitungen ein Stück wetterbeständiges Kabel anzulöten. Die Lötstelle wird in derselben Weise gefertigt wie die Lötstelle zwischen zwei Faserstoffkabeln.

Das Abdämpfen der Lötstelle hat sich hauptsächlich auf das Faserstoffkabel zu erstrecken, auch bei dem Einfüllen der Isoliermasse ist das Gummikabel nach Möglichkeit vor Erwärmung zu schützen.

Die Lötmuffe und das Faserstoffkabel werden an der Rückwand der Überführungssäule durch Drahtbunde oder Flacheisenbänder befestigt. Das Gummikabel wird bis zum kastenartigen Raume der Überführungssäule in die Höhe geführt, hier vom Bleimantel befreit und mit den einzelnen Adern in der vorbeschriebenen Weise mit den Klemmen und der leichten Leitung verbunden.

An Stelle der Lötmuffen sind in neuerer Zeit mit Vorteil Kabelendverschlüsse zur Verbindung der Faserstoffkabel mit den wetterbeständigen Kabeln in den Überführungssäulen zur Verwendung gelangt.

Überführungskasten.

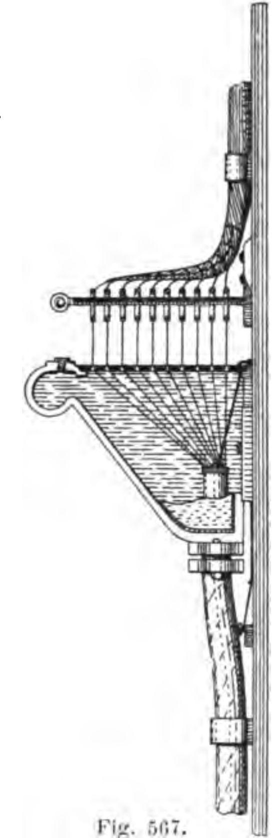
Überführungskasten werden zur Verbindung oberirdischer Linien mit Tunnel-Kabeln an den Tunnelportalen befestigt. In einer Fortsetzung der Kabelrinne wird das Kabel an der Tunnelwand auf 2 bis 3 m in die Höhe geführt und endet hier in einem hölzernen Überführungskasten aus starkem, astfreien, trockenen und geölten Kiefernholze. Die Abmessungen richten sich nach der Zahl der Kabeladern und der etwa anzubringenden Lötmuffen. Die Vorderseite erhält eine mit Gummiliderung versehene verschliessbare Thür. An der hinteren Innenwand des Kastens ist eine kräftige Leiste mit Doppelklemmen auf Ebonitunterlage angebracht. Durch die der Kabelrinne abgewendete Seitenwand des Kastens sind Ebonitrohre mit Glocken wie bei den Überführungssäulen hindurchgeführt. Neben dem Kasten ist ein Rohrständer am Mauerwerke so zu befestigen, dass die lotrechte Ebene durch die Isolatoren mit der Wand des Tunnelportals einen Winkel von 45° bildet. Der Rohrständer wird mit Isoliervorrichtungen Nr. I, ausnahmsweise zur Ermöglichung einer grösseren Ausnutzung auch mit Isoliervorrichtungen Nr. II oder III ausgerüstet. An diesen Isolatoren erfolgt die Verbindung der aus dem Kasten kommenden isolierten Drähte mit den Luftleitungen.

Über den Ebonitglocken werden Isoliervorrichtungen Nr. III an der Kabelkastenwand nur dann angebracht, wenn nach den örtlichen Verhältnissen die Einführung der isolierten Leitungsdrähte in die Ebonitglocken ohne Berührung des Randes der Glocken nur schwer ausführbar ist. Die Be-

festigung der Kabel in dem Kasten, die Anspleissung eines Stückes wetterbeständigen Kabels an die Faserstoffkabel und die Verbindung der Kabeladern mit der oberirdischen leichten Leitung erfolgt in gleicher Weise wie bei den Überführungssäulen.

Kabelendverschlüsse.

Kabelendverschlüsse. Während der Abschluss der Telegraphenkabel mit Faserstoffisolierung gegen Feuchtigkeit in den Überführungssäulen und -Kästen allgemein durch Anspleissung eines Stückes wetterbeständigen Kabels mittelst Lötmuffe erfolgt, wird der gegen Feuchtigkeit gleichfalls erforderliche Abschluss der vieladerigen Fernsprechkabel durch besondere Konstruktionen, die Kabelendverschlüsse bewirkt.


Fig. 567.

Konsol-Kabelendverschluss.

Der Konsol-Kabelendverschluss für 56 einfache Leitungen oder 28 Doppelleitungen (Fig. 567) besteht aus einem gusseisernen, aussen verzinkten Trichter, der durch eine Ebonitplatte abgeschlossen wird. Der Trichter hat auf der schmalen Seite zwei angegossene Ansätze, mittelst deren er an einer Wand befestigt werden kann. Die abgestumpfte, mit einem Flansche versehene Spitze des Trichters ist zur Einführung des Kabels bestimmt; durch einen Gummiring und einen Gegenflansch wird die Kabeleinführung abgedichtet. Die andere Platte des Trichters ist abnehmbar, damit man nach Einführung des Kabels die einzelnen Adern leicht übersehen und ordnen kann. Die als oberer Abschluss des Trichters dienende Ebonitplatte ist mit der erforderlichen Anzahl von Löchern versehen, durch welche die im Innern des Trichters von der Isolationshülle befreiten blanken Drahtadern und die etwa vorhandenen miteinander verseilten Erddrähte hervortreten. Über den Trichter wird ein von einem gusseisernen Rahmen gehaltenes Klemmenbrett aus Stabilit angebracht, das eine der Gesamtzahl der Kabeladern entsprechende Anzahl von geschlitzten Löchern enthält. Die Löcher dienen zum Durchstecken senkrecht stehender Doppelklemmen, an welchen einerseits die aus dem Trichter heraustretenden blanken Drahtadern, andererseits die Adern der Zuführungskabel zu den Schmelzsicherungen und Blitzableitern befestigt werden. Am oberen Teile des Trichters befindet sich eine mit einer Messingschraube verschliessbare Öffnung, durch die der Trichter nach Einbringung und Festlegung des Kabels mit Isoliermasse ausgegossen wird.

Für Doppelleitungskabel mit 56 Aderpaaren kommen gleichartige Endverschlüsse wie die vorbeschriebenen in entsprechend grösseren Abmessungen zur Verwendung.

Für Kabel mit 112, 168 und 224 Aderpaaren dienen Endverschlüsse, bei denen das Klemmenbrett mit dem Endverschlusse selbst verbunden ist; es gehören hierzu die Übergangsendverschlüsse und die Kastenendverschlüsse.

Übergangs-End-verschluss.

Der Übergangs-Endverschluss für 112, 168 und 224-paarige Kabel (Fig. 568, 569 u. 570) besteht aus einem fünfeckigen Kasten aus Gusseisen mit abnehmbarem Vorder- und Hinterteil aus Eisenblech. Der

Kasten wird durch eine schräg eingesetzte Stabilitplatte in zwei Kammern geschieden. Die Stabilitplatte nimmt die Doppelklemmen auf, die durch Schraubenmuttern mit darunter liegenden Lederscheiben festgelegt werden. An dem untern Winkel des fünfeckigen Kastens mündet das Doppelleitungskabel in die dafür bestimmte Kammer ein; an der gegenüberliegenden Fläche treten die Zimmerleitungs- oder Gummikabel in die andere Kammer durch besondere Stutzen ein. Den Abschluss der Einführungsöffnungen bilden Mutterschrauben mit eingelegtem Gummiring. Zum Ausgiessen der Kammer,



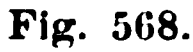

Fig. 568.


Fig. 569.

in der das Papierkabel endigt, mit Isoliermasse sind zwei durch Messingschrauben verschliessbare Öffnungen an den gegenüberliegenden Seiten der Kammer angebracht.

Der die Ausführungsstutzen tragende Deckel des Endverschlusses ist von dem übrigen Endverschluss loszutrennen und auswechselbar. Im allgemeinen rechnet man auf 28 Doppeladern einen Ausführungsstutzen.

Kasten-End-verschluss.

Der Kastenendverschluss für 112, 168 und 224-paarige Kabel (Fig. 571) darf nur an geschützten Stellen verwendet werden, wo er vor den Einflüssen der Witterung gesichert ist, da die Klemmen, welche die Verbindung zwischen den Adern des Fernsprechkabels und denen der Gummianschluss-

kabel vermitteln, sich nicht innerhalb des Endverschlusses befinden, sondern in die aus Hartgummi bestehenden Seitenplatten des Kastens eingesetzt sind.

Die Kastenendverschlüsse sind aus Gusseisen in Form eines länglichen Kastens hergestellt, dessen untere abgestumpfte Spitze zum Zwecke der Einführung des Kabels mit einer entsprechenden Bohrung versehen ist.

Die Verbindungsklemmen bestehen aus Messingcylindern, deren schwächerer Teil in die Hartgummiplatte eingeschlagen wird. Ihre Befestigung geschieht durch Keile, welche im Innern des Endverschlusses durch die Klemmen geschlagen werden. An den Stirnflächen haben die cylindrischen Klemmen je eine Schraube. Im Innern des Endverschlusses werden mit diesen Schrauben die Kabeladern an den Klemmen befestigt,



Fig. 570.



Fig. 571.

während an die äusseren Schrauben die Leitungen gelegt werden, welche von der Klemme horizontal bis zur Wand und dann vertikal weiter geführt werden.

Die vordere Blechwand des Kastenendverschlusses ist zum Montieren der Kabeladern abnehmbar eingerichtet. Der obere Deckel kann ebenfalls abgenommen werden, um erforderlichen Falls den Endverschluss mit Isoliermasse ausgiessen zu können.

5. Schutz der Kabellinien gegen Entladungen der atmosphärischen Elektrizität.

Stangenblitzableiter kommen zur Verwendung, wenn die Verbindung der Kabelleitungen mit den oberirdischen Leitungen an Überführungssäulen oder Überführungskasten erfolgt. Die leitenden metallischen Teile des

Stangenblitzableiters sind aus Messing, die isolierenden aus Ebonit hergestellt. Die Einschaltung des Stangenblitzableiters, der als Doppelglocke geformt ist, geschieht wie folgt.

Die oberirdische Leitung wird mit der Leitungsplatte des Stangenblitzableiters durch einen kurzen, mit ihr verlöteten Kupferdraht von 2 mm Stärke, der in die untere Schraube der Leitungsstange eingeklemmt wird, in metallische Verbindung gebracht. Den Erdkörper des Stangenblitzableiters bildet bei den neueren Apparaten ein doppelter, bei den älteren ein einfacher Deckel, welcher mit der ringförmigen Einfassung des äusseren Mantels in festem Kontakt steht. Durch den an der Holzschraube befindlichen Ansatz wird diese Einfassung mit einer an der Stange herabführenden Erdleitung in leitenden Zusammenhang gebracht. Die atmosphärische Elektrizität soll aus der Leitung durch den Verbindungsdraht in den Leitungskörper des Blitzableiters strömen, von diesem auf die Erdplatte überspringen und von hier aus durch die Erdleitung zur Erde abfliessen.

Zur Herstellung der Erdleitung sind durch das ovale Loch im Ansatze der Holzschraube zwei neue, 5 mm starke verzinkte Eisendrähte durchzuziehen und mit der Druckschraube des Ansatzes fest an diesen anzuschrauben. Die Drähte werden zu einem Seile zusammengewunden, an der Stange mittelst eiserner Krammen befestigt und im Bereiche des Grundwassers in mehreren grossen Ringen in das Erdreich gelegt. Für jeden Stangenblitzableiter ist eine besondere Erdleitung herzustellen. Die in die Erde gelegten Drahtringe werden durch Eisendraht verbunden.

Stangenblitzableiter müssen auf beiden Seiten einer Kabellinie eingeschaltet werden; eine Ausnahme findet nur für die Leitungen statt, welche in unmittelbarer Nähe der Kabelstrecke in eine Telegraphenanstalt eingeführt und auf Plattenblitzableiter geschaltet sind.

Spitzenblitzableiter oder Kohlenblitzableiter von der für Fernsprech-Vermittelungsanstalten üblichen Form werden in den Umschalteräumen der Fernsprech-Kabelaufführungen in die Zuführungen von den oberirdischen Leitungen nach den Kabelendverschlüssen eingeschaltet.

Die Verbindung zwischen den Klemmen, an denen die Kabeladern enden, und den Klemmen der Blitzableiter ist mittelst Gummikabel oder Paraffinkabel herzustellen. Von den Blitzableitern aus bis zu den oberirdischen Leitungen sind Gummikabel zu benutzen, deren Adern in Ebonitschutzglocken mit den oberirdischen Leitungen zu verbinden sind. U. U. können auch die Abspannisolatoren der oberirdischen Leitungen als Schutzglocken dienen.

6. Verlegung von Unterseekabeln.

Beschaffenheit des Meeresbodens.

Zum Zwecke der Kabellegung ist die erforderliche Länge des Kabels zu ermitteln. Diese ist gleich der unmittelbaren Entfernung der beiden Landungspunkte, vermehrt um eine Zugabe, deren Grösse durch die Tiefe und die Oberflächenbildung des Meeresbodens bedingt ist. Sind diese Verhältnisse nicht schon bekannt, so ist durch Lotungen und Sondierungen eine möglichst genaue Auskundung vorzunehmen, welche gleichzeitig auch für die Richtung der Linie und die gute Lagerung des Kabels einen sicheren

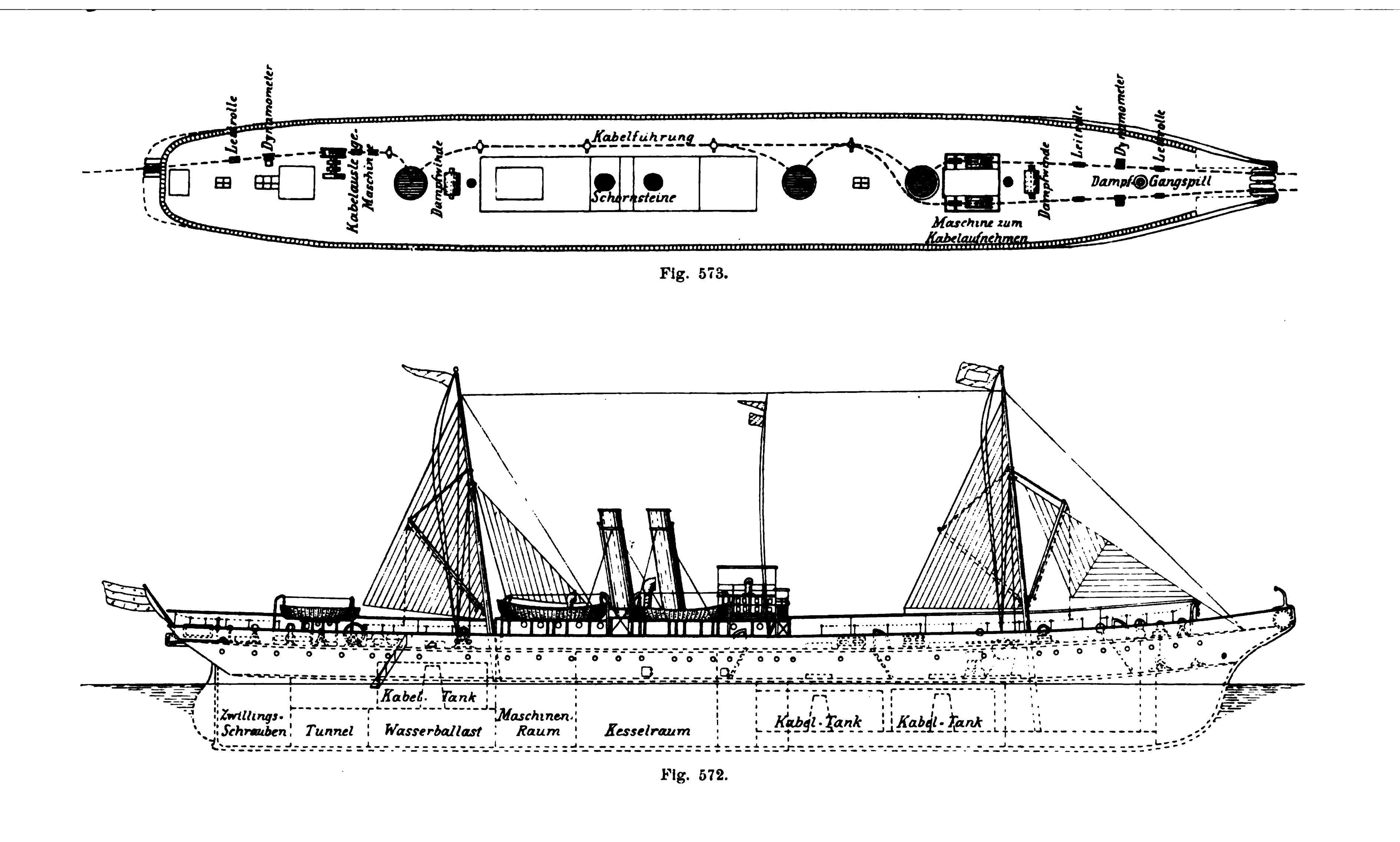


Fig. 573.

Fig. 572.

Anhalt giebt. Die Meerestiefe ist an verschiedenen Stellen nicht nur sehr verschieden, sie wechselt u. U. auch plötzlich. GOODSALL, der langjährige Kapitän eines Kabeldampfers, lotete einmal dicht neben 190 Faden Tiefe eine solche von 2000 Faden (1000 Faden = 1 Seemeile = 1852 m). Bodensenkungen, über welche ein Kabel hinweggeführt wird, nehmen es auf seine Festigkeit zu sehr in Anspruch und müssen vermieden werden. Auch die stellenweise vorkommenden Koralleninseln und Felsen, an deren Kanten sich die Schutzdrähte reiben, sind den Kabeln sehr gefährlich. Im Sunda-Archipel, auf den Küstenbänken von Nordbrasilien, Ostafrika und Ekuador zeigt der Meeresboden einen vulkanischen Charakter. Ein Bruch von Kabeln infolge von Seebeben gehört dort nicht zu den Seltenheiten. Im nordatlantischen Ozean bilden die tiefgehenden Eisberge, welche die Kabel durchscheuern, eine ernste Gefahr. Am häufigsten noch werden die Kabel auf flachen Meeresstellen durch schleppende Anker der Fischdampfer beschädigt oder zerrissen. Endlich droht den Kabeln Gefahr durch die in Tiefen bis zu 1000 Faden vorkommenden Bohrwürmer (Teredos), welche zwischen der äusseren Bewehrung hindurch in das Innere dringen und die Guttaperchahülle durchbohren. Diesen Angriffen muss dadurch vorgebeugt werden, dass die Ader noch eine besondere Umhüllung von Kupfer- oder Messingband erhält.

Günstig für die Lagerung von Kabeln ist weicher und sandiger Boden sowie der in tropischen Gegenden sich findende Schlammgrund, der sich aus den niedersinkenden Überresten der abgestorbenen, mikroskopisch kleinen Lebewesen (Globigerina) bildet.

Kabeldampfer.

Kabeldampfer sind mit besonderen Einrichtungen für die Auslegung und Instandhaltung von Unterseekabeln ausgerüstete Dampfer. Der in den Fig. 572 u. 573 in Seitenansicht und Oberdeck abgebildete Kabeldampfer stellt den 1900 erbauten deutschen Kabeldampfer „von Podbielski“ dar. Er ist in erster Linie zur Unterhaltung der vorhandenen und zur Legung neuer Kabel in der Nord- und Ostsee bestimmt; zur Legung ozeanischer Kabel reicht sein Fassungsvermögen nicht aus.

Der Dampfer ist 77,7 m lang und 10,7 m breit; seine Ladefähigkeit beträgt 1300 t bei einem Tiefgange von 5 m. Zur Aufnahme der Kabel dienen drei Behälter, sogenannte Tanks, von denen der mittschiffs befindliche grössere einen Durchmesser von 9,6 m und eine Tiefe von 3,12 m hat. Jeder Tank hat in der Mitte einen Blechkonus von 1,8 m Durchmesser am Boden. Die Tanks haben zusammen 585 cbm Rauminhalt. Unterhalb der Kabeltanks liegen Tanks für Wasserballast.

In den Tanks wird das Kabel, um Knicke zu vermeiden, stets in Ringen von aussen nach innen laufend eingeladen; das innere Ende der unteren Lage geht nach aussen als Anfang der zweiten Lage. Damit nicht bei grossen Kabellängen der Gesamtdruck des Kabels auf dem von dem inneren Ringe nach der Aussenseite laufenden Teile ruht, werden seitlich von diesem Holzstücke gelegt.

Das Auslegen eines Kabels erfolgt vom Hinterdeck aus und wird durch eine Einzelmaschine bewirkt. Das Ausbessern geschieht mittelst einer auf dem Vorderteile des Schiffes aufgestellten Doppelmaschine, deren eine das schadhafte Kabel vom Meeresboden heraufzuholen und deren andere es nach der Instandsetzung wieder hinabzulassen hat. Diese Doppelmaschine ist so eingerichtet, dass auch gleichzeitig auf der einen Seite ein Kabel hochgewunden und auf der anderen Seite ein solches versenkt werden kann.

Die einfache Kabelauslegemaschine hat eine Trommel von 1,74 m Durchmesser, um welche das aus dem Tank kommende Kabel in mehreren Windungen herumgeführt wird. Eine Bremsvorrichtung mit Bremsklötzen, die völlig unter Wasser liegen, um eine gefährliche Erhitzung zu vermeiden, regelt die Geschwindigkeit der Trommel. An der Bremse ist ein Hebel angebracht, auf dem zur Veränderung der Bremskraft ein Gewicht verschoben werden kann. Zur Führung des Kabels dienen Leitrollen. Um ein Scheuern des Kabelseils am Schiffsrumpfe zu verhindern, läuft es auch am Heck über eine Rolle. Die Umdrehungen der Trommel werden auf ein Räderwerk übertragen, das ein Zählwerk in Bewegung setzt, welches die Länge des in See abgerollten Kabels anzeigt und durch Beobachtung der Zeit auch die Geschwindigkeit des Ablaufens zu bestimmen gestattet. Das zwischen den Leitrollen eingeschaltete Dynamometer giebt den Zug an, den das Gewicht des bis zum Meeresboden herabhängenden Kabelteils und die Vorwärtsbewegung des Schiffes auf das Kabel ausüben. Durch eine geeignete Übertragung kann die jeweilige Spannung des Kabels mittelst eines Schreibstifts auf eine Papierrolle aufgezeichnet werden, sodass man ein fortlaufendes Bild der Spannung erhält.

Ganz ähnlich sind die Einrichtungen auf dem Vorderteile des Schiffes zum Auslegen und Aufheben eines Kabels.

Vervollständigt wird die Ausrüstung des Dampfers als Kabelschiff durch einen Vorrat an Bojen, Such- und Schlammankern, Ankern mit Vorrichtung zum Durchschneiden von Kabeln auf dem Meeresgrund u. s. w., ferner durch ein mit Karten und nautischen Instrumenten versehenes Kartenzimmer und ein zur Ausführung der fortlaufenden Messungen dienendes Messzimmer für die Elektriker.

Auslegen des Kabels.

Die Verlegung eines neuen Kabels geschieht auf folgende Weise. Nachdem das Kabelschiff möglichst nahe an die Landungsstelle herangefahren ist, wird mittelst Messleine die Entfernung vom Schiffe bis zum Kabelhause, wo das Kabel einzuführen ist, abgemessen. Dann werden Boote nebeneinander gelegt und durch Querbalken und Bretter zu einem Flosse fest verbunden, auf welches die erforderliche Länge Kabel übergeladen wird. Hierauf wird das Floss durch eine Dampfpinasse nach der Landungsstelle geschleppt, wo das Kabel eingegraben und festgelegt wird. Das Ende wird in dem Kabelhause an Plattenblitzableiter gelegt. Nach der Landung des Küstenendes beginnt die Auslegung des Kabels vom Kabeldampfer aus, die sich bei sonst günstigen Verhältnissen ziemlich einfach vollzieht. Die Schnelligkeit, mit welcher das Kabel aus dem Tank über die Trommel der Auslegemaschine, und geführt durch die Leitrollen, vom Schiffe ins Wasser hinabsinkt, muss unter Benutzung der erwähnten Vorrichtungen dauernd reguliert und mit derjenigen des Schiffes in Einklang gehalten werden, weil bei zu schnellem Ablaufen das Kabelseil sich in verschlungenen Ringen statt in einer fast geraden Linie niederlegen, überdies durch die starke Reibung leiden und auch das Schiff beschädigen könnte. Um jederzeit über den Zustand des Kabels unterrichtet zu sein und etwa auftretende Fehler sogleich feststellen und beseitigen zu können, finden fortlaufende Widerstandsmessungen statt; auch wird die Korrespondenz vom Schiffe aus mit dem Festlande ununterbrochen aufrecht erhalten.

Instandsetzung eines Kabels.

Schwieriger gestaltet sich in der Regel die Instandsetzung eines schadhaften Kabels. Der Dampfer fährt zunächst nach dem durch genaue

Messungen bestimmten Punkte. Hier wird er in eine solche Lage gebracht, dass die herrschende Strömung ihn über das Kabel hinwegtreibt. Über den Bug des Schiffes ist zum Aufsuchen des Kabels ein Suchanker mit fünf Zacken hinabgelassen; an dem Anker befindet sich eine starke Kette von 20 m Länge und an dieser ein starkes Stahldrahtseil von angemessener Länge. Das Drahtseil läuft über die Auslegetrommel der Doppelmaschine. Sobald ein an der Trommel angebrachtes Dynamometer anzeigt, dass das Kabel gefasst ist, muss das Schiff so gehandhabt werden, dass kein allzustarker Zug ausgeübt wird. Dann wird das Kabel bis zur Höhe des Schiffsdecks gehoben, nach beiden Seiten an Ketten festgelegt und durchgeschnitten. Nachdem die Enden auf das Vorderdeck gehoben sind, wird das Kabel nach beiden Richtungen hin geprüft, das fehlerfreie Ende an eine Boje gelegt und das schadhafte nach der Fehlerstelle zu aufgenommen. Ist diese gefunden, so wird die schlechte Stelle ausgeschnitten und das Kabel an ein Vorratskabel angespleisst.

Soll aus grossen Tiefen ein Kabel aufgenommen werden, so lässt es sich nur einige hundert Faden in der Schleife hochbringen, weil es rechts und links vom Suchanker verhältnismässig nur wenig nachgiebt. Die Schleife wird daher an einer Boje festgemacht und in einigem Abstande von dieser durchschnitten. Hierzu dient der erwähnte Anker mit Vorrichtung zum Durchschneiden von Kabeln. Dann wird jedes Ende für sich heraufgeholt. Um beide Enden wieder zu verbinden, muss ein Stück Kabel eingesetzt werden. Jede Instandsetzung in tiefem Wasser hat somit eine Verlängerung des Kabels zur Folge.

Lötstelle. Die Lötstelle in einem Unterseekabel wird in folgender Weise hergestellt. Nachdem die Adern der beiden Enden durch Zurückbiegen der Schutzdrähte auf 10 m freigelegt sind, wird die eine Ader um 8 m, die andere um 2 m gekürzt. Dann werden zunächst die Litzendrähte einzeln verlötet, hierauf die Lötstelle in einer Lage mit verzinntem Kupferdraht umwickelt und diese Lage in der ganzen Länge verlötet. Nach Aufbringen der Guttaperchaschicht und der Hanfumwicklung erfolgt die Umlegung der Schutzdrähte. Der erste Schutzdraht des einen Kabelstücks geht bis zum anderen Ende der Spleissstelle durch, während ein Schutzdraht des anderen Kabels ganz abgeschnitten wird. Der zweite Schutzdraht des einen Kabels wird um 1 m, der entsprechende Draht des anderen Kabels aber um 9 m gekürzt, und so fort, bis schliesslich der letzte Schutzdraht des zweiten Kabels über die ganze Spleissstelle läuft. Wo die abgeschnittenen Drähte zusammenstossen, wird ein Drahtbund umgelegt, und endlich die Spleissstelle mit getheertem Hanfgarn umgeben.

Sprechgeschwindigkeit. Die Sprechgeschwindigkeit, d. h. die Schnelligkeit, mit welcher man auf einem Kabel telegraphieren kann, hängt ab von der Länge des Kabels bez. seiner Ladungsfähigkeit und dem Widerstande des Leiters. Ist für ein Kabel von gewissen elektrischen Eigenschaften die Sprechgeschwindigkeit durch praktischen Versuch ermittelt, so lässt sich daraus die Sprechgeschwindigkeit eines anderen Kabels berechnen, dessen Ladungsfähigkeit (C) und dessen Leitungswiderstand (R) bekannt sind. Die Sprechgeschwindigkeit ändert sich nämlich im umgekehrten Verhältnisse zu dem Produkte $C \cdot R$, und da dieses im geraden Verhältnisse zur Länge des Kabels wächst, so folgt daraus, dass die Sprechgeschwindigkeit bei Kabeln gleicher Bauart im Quadrat der Länge abnimmt. Kann man also auf einem Kabel von 2000 km Länge 60 Wörter

in der Minute telegraphieren, so sinkt diese Zahl für ein 4000 km langes Kabel von derselben Konstruktion auf den 2^2. = 4. Teil, d. h. auf 15 Wörter.

Bei gegebener Länge eines Kabels und gleichbleibender Dicke der Isolierschicht kann die Sprechgeschwindigkeit nur durch Wahl eines stärkeren Leiters vergrössert werden, denn dadurch wird der Widerstand R und damit auch das Produkt $C \cdot R$ vermindert. Der stärkere Leiter erfordert aber auch einen entsprechenden Mehrverbrauch an Guttapercha. Die Herstellungskosten des Kabels steigen also erheblich. Gleichzeitig vergrössert sich zwar das Ladungsvermögen des Kabels, aber nicht im Verhältnisse der Abnahme des Leitungswiderstandes.

Um die Sprechgeschwindigkeit zu erhöhen, verwendet man bei den in neuerer Zeit verlegten Kabeln eine möglichst starke Kupferleitung. Das atlantische Kabel der Anglo American Telegr. Co. von 1894 hat einen inneren Kupferdraht von 3,1 mm Stärke und ist umgeben von 12 Litzendrähten von je 1 mm Stärke. Es hat pro Seemeile ein Kupfergewicht von 650 Pfd. engl. und ein Guttaperchagewicht von 400 Pfd. engl. Bei dem deutsch-atlantischen Kabel besteht die Kupferleitung aus einem inneren Drahte von 2,9 mm Stärke, der von vier flachen Drähten von 0,38 mm Dicke umschlossen wird (Fig. 523—528).

Um das kostspielige Kabelmaterial vollkommen auszunutzen, werden die Seekabel meist mit automatischen Sendern (mit Lochstreifen) betrieben, wodurch eine erheblich grössere Telegraphiergeschwindigkeit erreicht wird als von Hand möglich ist. Die Sender sind auf der Abgangsstation mit Empfängern verbunden, die zur Kontrole der abgehenden Telegramme dienen und es ermöglichen, vorgekommene Fehler im Lochstreifen von der gebenden Anstalt aus zu berichtigen. Das 1848 Seemeilen lange Anglokabel von 1894 gestattet bei automatischer Sendung, einfach betrieben, eine Telegraphiergeschwindigkeit von 47 bis 50 Wörtern zu je fünf Buchstaben in der Minute.

IV. Technische Einrichtung der Telegraphen- und Fernsprechanstalten sowie der Stadt-Fernsprechstellen.

Die technische Einrichtung einer Telegraphenanstalt u. s. w. umfasst: die Leitungseinführung, die Zimmerleitung, die Apparate, die Erdleitung und die Batterie.

1. Einrichtung der Telegraphenanstalten.

Leitungseinführung.

Leitungseinführung. Oberirdische Leitungen sind thunlichst von der Hof- oder Giebelseite, nicht aber an der Vorderseite der Gebäude einzuführen. Die Leitungen endigen an einer in der Nähe des Dienstgebäudes auf-

zustellenden Abspannstange; von dieser werden sie mittelst leichten Leitungsdrahts bis zu den an der Aussenwand des Hauses anzubringenden Isoliervorrichtungen Nr. III geführt. An letzteren erfolgt die Verbindung mit den Drähten der einaderigen oder vieraderigen Bleirohrkabel, welche durch das Mauerwerk führen, in der Weise, dass die Bleirohrkabeldrähte auf eine hinreichende Länge von der isolierenden Hülle befreit und die blanken Enden an den Isolatoren Nr. III in mehreren Windungen um die leichte Leitung gelegt und an der Wickelstelle sorgsam verlötet werden. Zur Durchführung der Bleirohrkabel durch das Mauerwerk sind bei einaderigen Kabeln Ebonitrohre, bei vieraderigen aber Holzkasten zu verwenden. Vieraderige Bleirohrkabel kommen zur Verwendung, wenn mehr als vier Leitungen einzuführen sind.

Die Ebonitrohre für die Einführung sind so weit, dass ein einaderiges Bleirohrkabel bequem durchgeführt werden kann; an das äussere Rohrende ist zum Schutze der Isolierhülle gegen Nasswerden eine Ebonitglocke angeschraubt. Die Verschraubungsstelle zwischen Glocke und Rohr wird durch Chatterton compound oder Diamantfarbe noch besonders gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt.

Die zur Einführung dienenden Holzkasten werden in den nötigen Abständen mit genügend weiten, der Zahl der Leitungen entsprechenden Durchbohrungen versehen. Die Aussenseite des Kastens ist durch ein Zinkblechdach gegen Nässe zu schützen.

Die Bleirohrkabel werden, wenn keine Schmelzsicherungen einzuschalten sind, in der Regel von der Einführung ab unmittelbar und ohne weitere Anwendung von Klemmen bis zu den Blitzableitern, falls diese auf einem besonderen Pulte stehen, geführt. Von den Blitzableitern aus findet die Verbindung mit den etwa vorhandenen Linienumschaltern statt. Stehen die Blitzableiter auf den Apparattischen, so sind die Bleirohrkabel zu den an den Tischzargen befestigten Doppelklemmen zu führen.

Die Leitungseinführung für Telegraphenanstalten mit Fernsprechbetrieb erfolgt auf gleiche Weise.

Kabeleinführung.

Kabeleinführung. Zur Einführung der Kabel in die Dienstgebäude ist nötigenfalls die Grundmauer zu durchbrechen; in die entstandene Öffnung wird ein eisernes Rohr gesetzt, durch dieses das Kabel gezogen und in einem gleichen Rohre oder einem Holzkasten bis zum Apparatzimmer hochgeführt. Erforderlichenfalls können die Kabel auch in einem genügend tiefen, mit Brettern abzudeckenden Falz an der Aussenwand des Hauses hochgeführt werden.

Kabelumschalter.

Kabelumschalter. Die Kabel der grossen unterirdischen Linien werden bis in einen Schrank des Apparatzimmers geführt, auf dem der Kabelumschalter Platz findet. Die Stadtkabel dagegen endigen in einem Schranke, auf welchem die Blitzableiter und Linienumschalter untergebracht sind. Die Entfernung der Kabel beider Arten voneinander muss mindestens 1 m betragen.

Guttaperchakabel dürfen nicht in der Nähe von Heizungsanlagen geführt werden; sie sind in den Führungskästen u. s. w. mit einem schlechten Wärmeleiter zu umgeben. Die freien Guttaperchadrähte sind innerhalb des Gebäudes mit getheerter Hanfumwicklung zu versehen.

Faserstoffkabel sind an einer geeigneten, hellen und leicht zugänglichen Stelle des Gebäudes mit den erforderlichen wetterbeständigen Kabeln zu verbinden.

In dem Schranke unter den Blitzableitern und Linienumschaltern sind Querleisten aus hartem, gefirnisstem Holze übereinander und nach Erfordernis auch nebeneinander anzubringen und mit Doppelklemmen auszurüsten. An den Doppelklemmen endigen einerseits die Kabelleitungsdrähte, andererseits die zur Verbindung mit den Blitzableitern dienenden Bleirohrkabel.

Blitzableiterpult.

Blitzableiterpult. Kommt in unmittelbarer Nähe der Kabeleinführung ein besonderes Blitzableiterpult zur Aufstellung, so ist dieses als Kabelschrank zu benutzen und mit den erforderlichen Querleisten und Doppelklemmen auszurüsten. Im Innern der Kabelschränke, Blitzableiter- und Linienumschalterpulte sind die Telegraphenkabel und Bleirohrkabel, um ihren Zug auf die Befestigungsstellen der einzelnen Drähte aufzuheben, mittelst Klemmleisten festzulegen. Die einzelnen Adern werden mit Blech- oder Knochentäfelchen versehen, auf welchen die Bezeichnungen über die Verwendung, z. B. Kabel II, Ader 2, Ltg. 100 angegeben sind.

Zimmerleitung.

Die Zimmerleitung wird aus einaderigen oder vieraderigen Bleirohrkabeln hergestellt, welche entweder unter der Bedielung, auf derselben oder an den Wänden entlang zu führen sind.

Zur Verbindung der Apparate auf den Tischen sowie der Batterien mit den Bleirohrkabeln im Batterieraum ist blanker Kupferdraht von 1,5 mm Stärke zu verwenden.

Unter der Bedielung werden die Bleirohrkabel gewöhnlich mittelst einer flachen Holzrinne in die Fussbodenunterfüllung so eingebettet, dass die Seitenwände der oben offenen Holzrinne gegen die untere Fläche der Diele stossen. Sind mit den Kabeln Balken zu kreuzen, so werden jene in Rinneneinschnitten geführt, mit welchen die untere Fläche der die Kabelrinne abdeckenden Diele zu versehen ist.

Bei Verlegungen von Telegraphenanstalten mit mehr als 20 Apparaten in neue Dienstgebäude wird zur Aufnahme der Bleirohrkabel sogenannter Stabfussboden eingerichtet.

Bei Verlegung auf der Bedielung sind die Bleirohrkabel thunlichst längs der Scheuerleiste zu führen und gegen äussere Beschädigungen durch ausgekehlte Holzleisten oder flache Holzkästen zu schützen.

An den Wänden entlang sind die Bleirohrkabel parallel und glattgestreckt mittelst Wandleisten zu führen. Die zur Aufnahme von 3 oder 6 Kabeln eingerichteten Wandleisten aus trockenem, gut gefirnisstem Holze bestehen aus zwei Teilen mit aufeinander passenden halbrunden Einschnitten. Die untere Hälfte der Leiste wird an der Wand befestigt, die Bleirohrkabel werden in die Einschnitte gelegt, nach Aufbringen der oberen Hälfte der Leiste glattgezogen und durch weiteres Anziehen der Leistenschrauben festgelegt. Zu den Verbindungen zwischen den Kabelschränken, Blitzableitern, Umschaltern, Apparattischen und Batterien sind thunlichst vieraderige Bleirohrkabel zu verwenden. Die Fortführung einzelner Adern vieraderiger Bleirohrkabel durch Anlöten einaderiger Kabel ist nur dann gestattet, wenn es sich um grössere Längen handelt.

Bei Führung der Bleirohrkabel an den Zimmerwänden entlang empfiehlt es sich, die Batteriezuleitung und die Leitungen von einem geeigneten Punkte ab mittelst gemeinsamen Bleirohrkabels zum Apparattische zu führen.

In besonderen Batterieräumen sind blanke Kupferdrähte von den Batteriepolen aus über Querleisten auf den Pfosten der Batteriegestelle zu derjenigen Wand des Raumes zu führen, an welcher die Bleirohrkabel eintreten. Hier

sind die Drähte an einer Wandleiste abzuspannen und mit den Bleirohrkabeladern zu verlöten.

Die Zimmerleitung für Telegraphenanstalten mit Fernsprechbetrieb wird in gleicher Weise mittelst einaderiger Bleirohrkabel hergestellt.

Aufstellung d. Apparate.

Aufstellung der Apparate. Bei Telegraphenanstalten mit nicht mehr als 4 Morseapparaten werden die Blitzableiter auf den zugehörigen Apparattischen aufgestellt. Wo bei einer grösseren Anzahl Leitungen Linienumschalter zur Aufstellung kommen, werden die Blitzableiter entweder auf Wandkonsolen, einem besonderen Blitzableitergestell oder mit den Umschaltern auf einem gemeinsamen Pulte angebracht. Die Pultplatte für die Umschalter erhält eine Neigung von etwa 60°; zur Befestigung der Blitzableiter dient ein Aufsatz mit einer oder zwei wagerechten Platten. Die Blitzableiter werden auf eine gemeinsame starke Erdschiene aus Schmiedeeisen aufgeschraubt.

Alle in ein Amt eingeführten Leitungen, also auch die lediglich zu Untersuchungszwecken bestimmten und die in der Nähe der Telegraphenanstalt bereits durch Stangenblitzableiter geschützten Leitungen sind an Apparat-Blitzableiter zu legen.

Linienumschalter.

Linienumschalter zu 12 Leitungen oder kleinere Linienumschalter kommen nur da zur Anwendung, wo ein Bedürfnis zur Umschaltung der Leitungen vorliegt, wo also mehrere Arbeitsstromleitungen zum Betrieb oder zur Untersuchung in ein Amt eingeführt sind. Die Linienumschalter sind möglichst nahe der Einführung und so aufzustellen, dass die erforderlichen Umschaltungen leicht ausgeführt und rasch übersehen werden können.

Apparattische.

Apparattische. Bei Telegraphenanstalten mit mehr als 3 Morsesystemen sind zweckmässig Tische für 4 Apparate, vierteilige Apparattische genannt, bei weniger Apparaten Tische für einen Morseapparat aufzustellen.

Bei den vierteiligen Apparattischen dienen die beiden hohlen Mittelfüsse ausser zur Unterstützung der Tischplatte auch zur Aufnahme der Bleirohrkabel. An den zwischen den Mittelfüssen und der Tischplatte befindlichen Leisten sind je 4 Doppelklemmen angebracht, die zur Verbindung der Bleirohrkabel mit den Tischleitungsdrähten dienen. Zwischen den Mittelfüssen ist an der unteren Fläche der Tischplatte ein mit 2 Schrauben mit Muttern versehener Winkel aus verzinktem Eisen als Erdklemme befestigt. Eine Schraube dient zum Anlegen der von aussen eingeführten Erdleitung, die andere zur Aufnahme der Erdzuleitungsdrähte für die Apparate. Die gemeinsam zu befestigenden Drähte sind zu einer passenden Öse zu formen und gut zu verlöten.

Bei den Tischen für einen Satz Morseapparate erhält ein Tischfuss der hinteren Seite an der Innenseite eine mit einer Leiste zu bedeckende Auskehlung zur Aufnahme des Bleirohrkabels. In der Nähe der Auskehlung ist an der inneren Seite der Tischzarge eine Leiste mit Doppelklemmen befestigt, welche zur Verbindung des Bleirohrkabels mit den Tischleitungsdrähten dienen.

Diejenigen Apparate eines Morsesystems, deren Standpunkt auf dem Tische nicht durch ihr eigenes Gewicht oder durch die daran befindlichen Zuführungsdrähte genügend gesichert erscheint, wie Tasten, Relais, Umschalter, sind durch Holzschrauben zu befestigen.

Zur Verbindung der Apparate unter sich und mit den Tischklemmen dient blanker Kupferdraht von 1,5 mm Stärke, welcher an der Unterfläche

der Tischplatte durch Messingdrahtösen befestigt wird. Wo Kreuzungen sich nicht vermeiden lassen, sind als Zwischenlager Holzklötzchen anzuschrauben.

In sehr feuchten Diensträumen und bei sehr nebeligem Klima sind die Tischleitungen aus Gummidraht herzustellen.

Die Tische für einen Satz Morseapparate werden in der Regel mit der Längsseite der Fensterwand zugekehrt aufgestellt, vierteilige Apparattische dagegen zumeist mit ihrer schmalen Seite der Fensterwand zugewendet und in Reihen zu je zwei Stück angeordnet.

Aufstellung der Hughesapparate.

Aufstellung der Hughesapparate. Hughesapparate werden in Reihen nebeneinander aufgestellt und zwar in unterwölbten Räumen auf besonderen Fundamenten und in nicht unterwölbten Räumen unmittelbar auf den Balken oder auf besonders eingesetzten Zwischenstücken. Neben jedem Hughesapparat ist eine gusseiserne hohle Säule mit durchlochtem Deckel für die Zuführungsleitungen anzubringen.

Aufstellung der Klopfer.

Aufstellung der Klopfer. Die Klopferapparate werden in Schallkammern (Fig. 170) aufgestellt. Für die Zuführungsdrähte ist eine Öffnung in dem Messingständer der Schallkammern vorgesehen. Um das Geräusch benachbarter Apparate abzuhalten, können für die einzelnen Arbeitsplätze auf den Tischen 75 cm hohe Scheidewände mit Glasfüllung angebracht werden.

Gas- und Petroleumkandelaber.

Gas- und Petroleumkandelaber. Zur Beleuchtung eines vierteiligen Apparattisches genügt ein einflammiger Gas- oder Petroleumkandelaber in der Mitte des Tisches. An dem Kandelaber ist ein Doppelrahmen zur Aufnahme von 4 Tafeln für Leitungsnummern und ein blumentopfartiges Blechgefäss für die aufgenommenen und abgegebenen Telegramme angebracht. An jedem Hughesapparate sind ähnliche einflammige Kandelaber mit beweglichem Kniearm anzubringen.

Erdleitungen.

Erdleitungen. Ämter mit Hughesbetrieb erhalten Erdleitungen aus Gasrohr mit Bleiblecherdplatten, bestehend aus zwei 1 m hohen, 0,5 m breiten und 5 mm dicken Bleiplatten, Telegraphenanstalten mit nicht mehr als 4 Leitungen erhalten gewöhnlich Erdleitungen aus einem Drahtseile von vier 4 mm starken verzinkten Eisendrähten und die übrigen Anstalten Erdleitungen aus Gasrohr. Das Gasrohr hat 3 cm Durchmesser und 5 mm Wandstärke; die einzelnen Rohre sind gut zu verlöten und in ihrer ganzen Länge mit Ausnahme des als Erdplatte dienenden Teiles mit Asphalttheer sorgfältig zu überziehen.

Zur Fortsetzung der Gasrohrerdleitungen in den Apparatzimmern wird das Ende des im Zimmer mündenden Gasrohrs mit vieradrigen Bleirohrkabeln verbunden und gut verlötet. Die Lötstellen sowie die etwa blossgelegten Kabeldrähte sind durch Überziehen mit Asphaltheer oder Chatterton compound gegen Rost zu schützen.

Die Erdleitungen aus Drahtseil enden innerhalb der Gebäude an der Einführung; von hier aus wird die Erdleitung zu den Apparaten und Batterien durch einaderiges Bleirohrkabel geführt, das mit dem Erddrahtseile sorgsam zu verlöten ist. In der Erde wird das Drahtseil zu mehreren Ringen aufgeschossen.

Für grössere Ämter sind in möglichster Entfernung voneinander besondere Erdleitungen für den Kabelbetrieb, den Hughesbetrieb, den Morse- und Klopferbetrieb und den Fernsprechbetrieb anzulegen. Für unterirdische Leitungen, welche zum Betrieb oder zur Übertragung eingeführt sind, ist

stets eine besondere Erdleitung herzustellen. Als Messerde für diese Leitungen können die Kabelschutzdrähte verwendet werden.

Bei Herstellung der Erdleitungen ist Folgendes zu beachten.

Die Erdleitungen sind unter thunlichster Benutzung der Maueröffnungen für die Leitungseinführung auf kürzestem Wege an der Wand des Gebäudes herab bis zu einer solchen Tiefe in die Erde zu führen, dass die Erdplatte, das Rohrende oder der Drahtring auch in der trockensten Jahreszeit vom Grundwasser bedeckt bleibt. Zum Schutze der Erdleitungen, soweit sie über der Erde verlaufen, gegen Beschädigungen dienen Deckleisten oder Holzrinnen. Niemals dürfen Erdleitungen in Mauerwerk eingelassen und verputzt oder in der Nähe von Düngergruben oder Aborten angelegt werden.

Lässt sich in unmittelbarer Nähe der Telegraphenanstalt das Grundwasser nicht erreichen, so ist als Erdleitung ein 5 mm starker verzinkter Eisendraht an Isolatoren bis zu einem Punkte zu führen, wo das Grundwasser leicht zugängig oder wo fliessendes Wasser vorhanden ist. Für die Blitzableiter ist jedoch in diesem Falle in unmittelbarer Nähe der Telegraphenanstalt eine besondere Erdleitung herzustellen und innerhalb der Telegraphenanstalt mit der Betriebserdleitung in gut leitende Verbindung zu setzen.

Mit den vorhandenen Wasserleitungen sind die Erdleitungen allgemein zu verbinden, die Blitzableitererdleitungen auch mit den Gasleitungen. Die metallische Verbindung hat nicht nur am unteren Ende, sondern auch in den oberen Teilen der Leitungen und namentlich da stattzufinden, wo die Rohrleitungen den Telegraphenleitungen am nächsten liegen.

Batterieaufstellung.

Batterieaufstellung. Die Batterien müssen nahe den Betriebsräumen an hellen Orten, welche weder grosser Wärme, noch Kälte oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind, aufgestellt werden. Sind besondere Batteriezimmer vorhanden, so werden primäre Batterien in Holzfachwerken für 120 Elemente, Sammlerbatterien in Schränken untergebracht. Die Fachwerke erhalten einen zweimaligen Leinölanstrich und nach dem Eintrocknen einen Firnissüberzug.

Müssen die Batterien in den Apparatzimmern mit aufgestellt werden, so sind sie in Schränken zu 35 oder 100—200 Elementen unterzubringen. Die Schränke müssen mit Glasthüren versehen und im Innern mit weisser Ölfarbe angestrichen sein. Über den Apparattischen dürfen die Batterieschränke nicht aufgehängt werden. In den Schränken für Sammlerbatterien werden die Einlagebretter zur besseren Isolierung der Zellen der Länge nach mit je zwei Ebonitrohren belegt. Sammlerbatterien werden als gemeinsame Batterien für Arbeitsstromleitungen benutzt. Eine Sammlerzelle ersetzt wenigstens $2^1/_2$ Kupferelemente. Bei grösseren Ämtern genügen meist Batterien von 80, bei kleineren von 40 Zellen. Die Ladung der Sammler kann durch Kupferelemente erfolgen, zweckmässiger jedoch im Anschluss an eine allgemeine Starkstromanlage.

Batteriestärken.

Batteriestärken. Bei Bemessung der Batteriestärken für Arbeitsstromleitungen werden die Widerstände der ganzen Leitungsstrecke und die Widerstände der sämtlichen auf der Strecke in die Leitung eingeschalteten Apparate zu Grunde gelegt.

Der Widerstand eines Satzes Morse-Apparate, bestehend aus Farbschreiber, Taste, Blitzableiter und Galvanoskop, einschliesslich des Widerstandes der Zimmerleitung ist mit 635 Ohm in Rechnung zu ziehen. Der Widerstand der Leitung wird auf elektrischem Wege gemessen. Bei Morseleitungen wird

auf 70 Ohm des Gesamtwiderstandes ein Kupferelement gerechnet. Die Gesamtzahl der Elemente muss mindestens 20 betragen und ist auf volle Zehner nach oben abzurunden. Die Batteriestärken für Leitungen mit Klopferbetrieb werden auf dieselbe Weise berechnet. Jedes End- und jedes Zwischenamt erhält eine Batterie, mit der es über die ganze Leitung bez. über beide Zweige hinweg bis zum anderen Ende arbeiten kann.

Bei Leitungen, auf denen mit Hughesapparaten oder Schnellschreibern gearbeitet wird, ist zur Berechnung der erforderlichen Kupferelemente der Gesamtwiderstand (bei Hughes-Leitungen einschliesslich des Widerstandes beider Hughes-Apparate) durch 70 zu teilen, die erhaltene Zahl um 50 % zu vermehren und auf volle Zehner abzurunden.

Für Ruhestromleitungen sind für je 5 km Leitung 1 Element und für jeden in die Leitung eingeschalteten Satz Morseapparate (einschliesslich der Zimmerleitung) 9 Elemente zu berechnen. Von der hiernach berechneten Anzahl an Elementen werden für jede Endanstalt 10 Elemente bestimmt, die übrigen Elemente sind nach dem Verhältnis der Entfernungen auf die anderen Anstalten zu verteilen, wobei nach Erfordernis einzelne kleinere Anstalten auch ohne Batterie belassen werden dürfen. Die zum Betrieb einer Ruhestromleitung erforderliche Batterie ist also nicht bei jedem Amte, sondern nur einmal vorhanden, und zwar ist sie auf mehrere Ämter verteilt. Eine Ruhestrombatterie muss im Betriebe viel mehr Strom liefern als eine Arbeitsstrombatterie und bedarf deshalb einer sorgfältigeren Unterhaltung.

Batterieschaltung.

Batterieschaltung. Bei oberirdischen Arbeitsstromleitungen werden die Batterien mit dem Zinkpol an Leitung, mit dem Kupferpol an Erde gelegt. Bei Leitungen von 500 km Länge und darüber sind die Batterien bei einer Anstalt mit dem Zinkpole, bei der anderen mit dem Kupferpol an Leitung zu legen. Letzteres gilt zugleich für alle Hughesleitungen, an denen Apparate mit elektrischer Auslösung arbeiten. Haben in Leitungen mit einer Übertragungsanstalt die Endanstalten den Zinkpol an Leitung, so müssen auf der Übertragungsanstalt die Batterien mit dem Kupferpol an Leitung gelegt werden.

Die Batterien in Ruhestromleitungen sind so zu schalten, dass der Kupferpol mit demjenigen Leitungszweige verbunden wird, welcher zu der am meisten westlich gelegenen Anstalt führt.

Gemeinschaftliche Batterien.

Gemeinschaftliche Batterien sind für solche Leitungen zu verwenden, welche annähernd gleichen Widerstand haben. Es können bis zu 5 Morse- oder 3 Hughesleitungen durch eine gemeinschaftliche Batterie gespeist werden. In Ruhestromleitungen können nur auf den Endanstalten gemeinschaftliche Batterien zur Verwendung kommen.

Von einer gemeinschaftlichen Batterie dürfen Abzweigungen für Leitungen mit geringerem Widerstande gebildet werden; so kann man z. B. von einer Batterie von 100 Elementen, deren Kupferpol an Erde liegt, den Zinkpol des 90, 80 u. s. w. Elements zum Betriebe kürzerer Leitungen an den Umschalter heranführen. Leitungen mit starken Nebenschliessungen müssen von der gemeinschaftlichen Batterie getrennt und für die Dauer des Fehlers durch eine besondere Batterie betrieben werden. Für jede unterirdische Leitung zu Hughesbetrieb ist eine besondere Batterie zu verwenden; bei Morsebetrieb kann für zwei unterirdische Leitungen eine gemeinsame Batterie benutzt werden. Bei beiden Betriebsarten ist eine Übertragungsbatterie

nach beiden Seiten hin verwendbar, wenn beide Endanstalten den gleichen Pol an Leitung haben. Von der Übertragungsbatterie können Elemente für die kürzere Leitungsstrecke abgezweigt werden. Bei Morsebetrieb kann auch eine gemeinsame Übertragungsbatterie für je zwei Adern verschiedener unterirdischen Leitungen benutzt werden.

2. Einrichtung der Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

Leitungseinführung.

Leitungseinführung. Die zur Einführung der oberirdischen Leitungen dienenden Bleirohrkabel oder Gummikabel sind auf dem kürzesten geeigneten Wege von den Abspanngestängen nach den Blitzableitern, welche unter allen Umständen in dem der Leitungseinführung zunächst belegenen geeigneten Raume unterzubringen sind, zu führen. Zu diesem Zwecke werden die Kabel, sofern sie nicht innerhalb des Gebäudes durch Klemmleisten an den Wänden entlang geführt werden können, in verschliessbaren Holzkästen untergebracht. Von dem Holzkasten aus werden die Kabel in hölzernen Rinnen nach den einzelnen Querträgern der Abspanngestänge emporgeführt. Um das Eindringen von Feuchtigkeit in die Kabel zu verhindern, ist ihr Ende im Bogen nach unten zu legen.

Die Bleirohrkabel bez. die isolierten Adern der Gummikabel sind sodann in dem freien Raume zwischen den Querträgerschienen unterzubringen und für gewöhnlich unter Anwendung von Ebonitschutzglocken mit den oberirdischen Leitungen zu verbinden.

Ebonitschutzglocke.

Die Ebonitschutzglocke besteht aus dem Mantel und dem in letzteren eingeschraubten Kopfe, in welchen ein 2 mm starker Bronzedraht so dicht eingesetzt ist, dass zwischen Draht und Ebonit Feuchtigkeit nicht in die Glocke eintreten kann. Der oben aus dem Kopfe herausragende Teil des Bronzedrahts wird um den Hals des Einführungsisolators herumgelegt und mit dem Ende des an diesem abgespannten Leitungsdrahts verbunden. Mit dem in der Glocke befindlichen, ösenförmig umzubiegenden Teile des eingesetzten Drahtes wird nach Abschrauben des Mantels die isolierte Leitung verbunden. Die Verbindungsstellen werden verlötet, von den 7 bis 8 Umwicklungen der oberirdischen Leitung um den Schutzglockendraht jedoch nur 3 bis 4. Der isolierte Draht muss noch einige Centimeter in die Ebonitglocke hineinreichen.

Abspann- oder Einführungsisolatoren.

Die Abspann- oder Einführungsisolatoren können zugleich als Schutzglocken verwendet werden. Hierbei werden die isolierten Adern — bei Bleirohrkabel nach Entfernung der Bleihülle — in einfacher Schlinge um den inneren Mantel der Doppelglocke gelegt und mit Hülfe eines Holzspatels in den tiefsten Punkt des Hohlraums geschoben. Damit die Adern nicht am inneren Mantel nach unten abrutschen können, wird ihr eines Ende mehrmals um die Abspannstütze gewickelt, während das andere Ende an der Aussenfläche des Isolators hochgeführt und in einer Schlinge um die Einschnürung des Kopfes herumgelegt wird. Ferner wird dieses Ende vier bis fünfmal um die blanke Leitung gewickelt und mit dieser verlötet. Zur Erschwerung von Stromübergängen ist das um die Stütze gewickelte Ende der Leitungsader an der Aussenfläche des inneren Mantels der Glocke und das andere Ende an der Innenfläche des äusseren Mantels anzulegen.

Hochführung der Fernsprechkabel.

Hochführung der Fernsprechkabel. Die Einführung der Fernsprechkabel in die Umschalteräume der Vermittelungsanstalten und der Kabelaufführungspunkte erfolgt gewöhnlich an der Hofwand des betreffenden Gebäudes, indem eine genügende Anzahl mit Ausschnitten versehene Winkeleisen auf eisernen Mauerstützen an der Wand befestigt, und an ihnen die Kabel mittelst Schellen festgelegt werden. Ein Schutzkasten aus Holz oder Wellblech schützt die Kabel bis zu 3 m Höhe vom Erdboden. In Luft- oder Lichtschächten erfolgt die Hochführung der Kabel ohne Rücksicht auf die Zahl ebenfalls mittelst der vorbeschriebenen Kabelhalter.

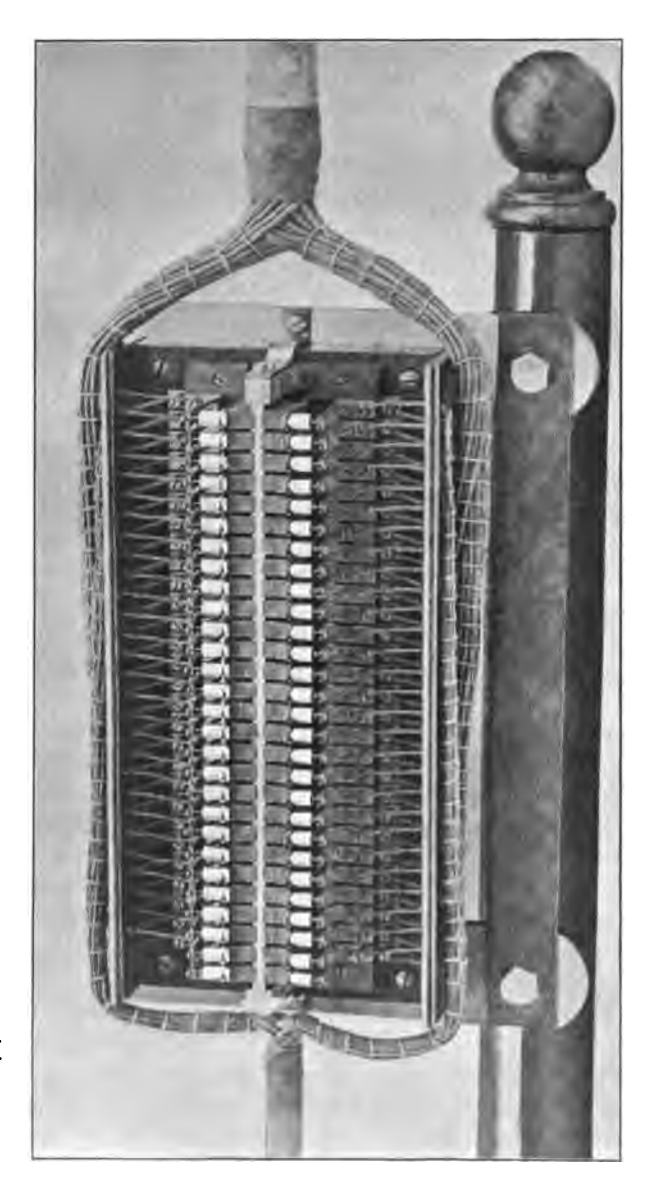


Fig. 574.

Sind aber an der Aussenwand der Gebäude eine grosse Anzahl Kabel hochzuführen, so muss an der Wand zur Entlastung des Gebäudes ein mit Wellblech verkleidetes Gerüst aus Winkeleisen mit Kreuzverstrebungen aufgestellt werden. In den Gerüsten, welche zum Festhalten der senkrechten Stellung mittelst Steinschrauben am Mauerwerke befestigt werden, sind die Kabel ebenfalls mittelst Schellen an Winkeleisen festzulegen.

Einschaltung der Blitzableiter.

Einschaltung der Blitzableiter. Fig. 574 stellt die Verbindung der Einführungs- und Zimmerleitungskabel mit einem Kohlenblitzableiter zu 56 Fernsprechanschlussleitungen dar. Die Adern der Kabel sind in geschlossenen Bündeln an den Längsseiten der Blitzableiter entlang geleitet, wobei die Adern der Einführungskabel unter den Adern des zu den Apparaten führenden Kabels liegen. Die Bildung von Vorratsspiralen für die Adern des Einführungskabels ist zu vermeiden, weil die Selbstinduktion solcher Spiralen den Übergang der atmosphärischen Elektrizität zu den Blitzableitern erschweren

würde. Die Adernbündel werden in ihrer Lage zu beiden Seiten des Grundbrettes durch Holzleisten festgehalten, welche mit Löchern zur Durchführung der einzelnen Adern versehen sind. Die Löcher sind in zwei Reihen derart angeordnet, dass die durch die Löcher der oberen Reihe hindurchgesteckten Adern des zu den Apparaten führenden Kabels die zur Befestigung der Adern des Einführungskabels dienenden Klemmschrauben nicht verdecken.

Alle zum Betrieb eingeführten oberirdischen Fernsprech-Verbindungsleitungen, auch wenn sie unterwegs in Kabelleitungen übergehen und deshalb bereits durch Stangenblitzableiter geschützt sind, werden zunächst an Platten-

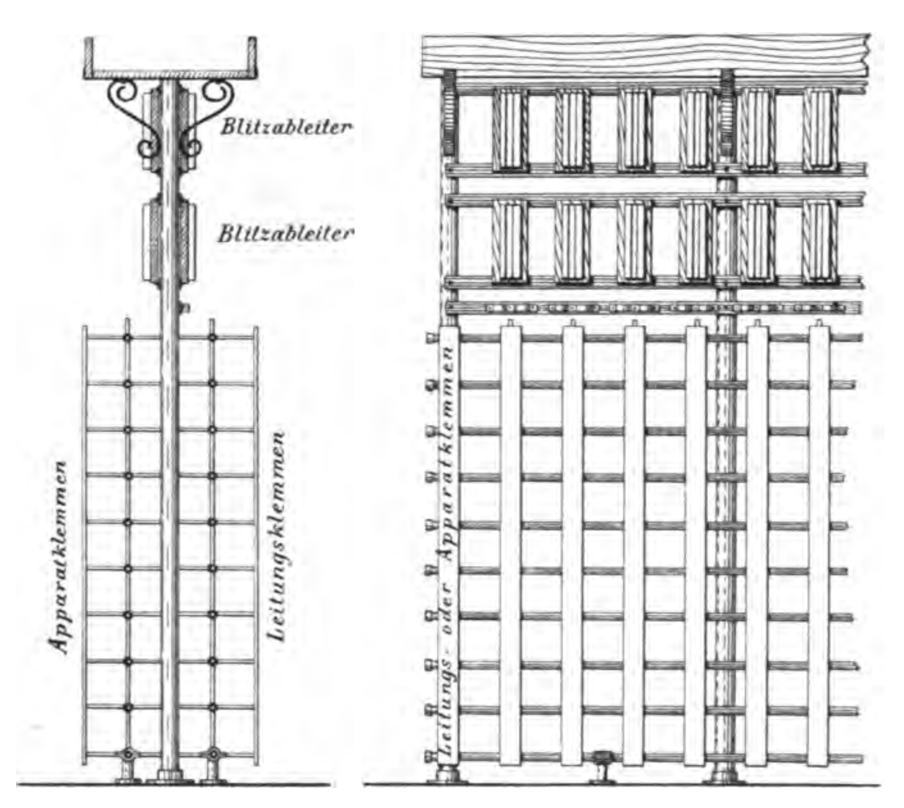


Fig. 575.

blitzableiter und dann an Spitzenblitzableiter, Kohlenblitzableiter oder an Spindelblitzableiter geführt.

Für unterirdisch eintretende Leitungen genügen Spitzenblitzableiter, Kohlenblitzableiter oder Spindelblitzableiter.

Für die nur zu Untersuchungszwecken oberirdisch oder unterirdisch eingeführten Verbindungsleitungen sind lediglich Plattenblitzableiter zu verwenden.

Umschaltegestelle.

Umschaltegestelle. Zur Verbindung der Blitzableiter mit den Klappenschränken dienen die Seite 672 beschriebenen Paraffinkabel. Bei grösseren und mittleren Vermittelungsanstalten werden zwischen die Blitzableiter und die Klappenschränke noch besondere Umschaltevorrichtungen in Form eiserner Gestelle (Fig. 575) eingeschaltet. Die Blitzableiter sind mit der

Leitungsklemmengruppe an der einen Längsseite des Umschaltegestells mittelst Paraffinkabels zu verbinden. Zur Verbindung der Leitungsklemmen mit den Apparatklemmen an der anderen Längsseite werden flammensichere Wachsdrähte benutzt, und von den Apparatklemmen nach den Klappenschränken führen wieder Paraffinkabel oder bei den Anstalten mit Vielfachbetrieb Baumwollseidenkabel.

Bei Vermittelungsanstalten geringeren Umfanges können statt frei stehender Gestelle auch Umschaltevorrichtungen zur Verwendung kommen,

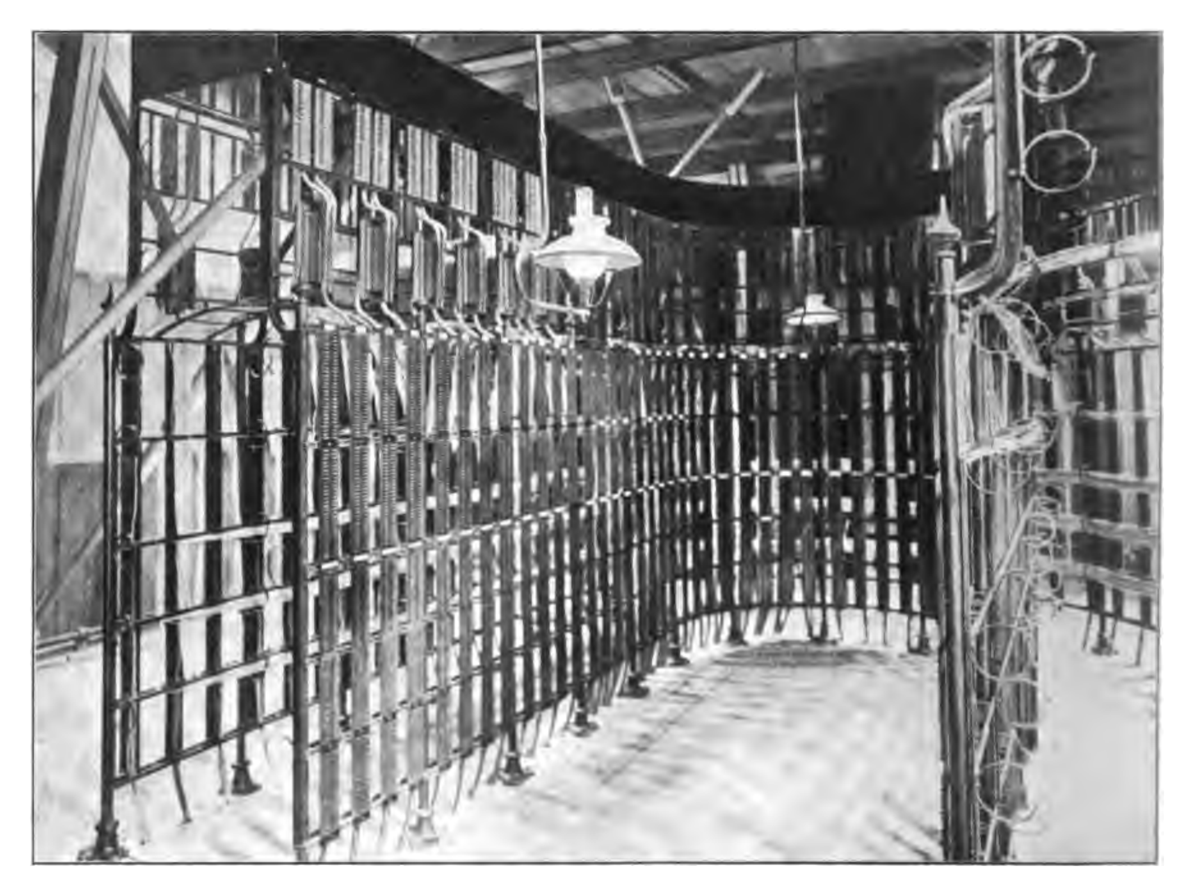


Fig. 576.

bei welchen die zur Aufnahme der Klemmengruppen dienenden Ebonit- oder Stabilitleisten auf an der Wand befestigten Flacheisenbügeln angebracht sind.

Fig. 576 veranschaulicht ein eisernes Umschaltegestell für ein grosses Fernsprechvermittelungsamt; in der oberen Reihe sind die Schmelzsicherungen angebracht, die zweite Reihe enthält die Blitzableiter, dann folgen auf derselben Seite die Leitungsklemmen und hierauf die Apparatklemmen. Zur Führung der Verbindungsdrähte zwischen Leitungs- und Apparatklemmen dienen Eisenringe innerhalb des laubenförmigen Ganges, der durch die beiden Seiten des Umschaltegestells gebildet wird.

Aufstellung der Klappenschränke und Vielfachumschalter. Klappenschränke zu 50 Einzelleitungen sind mit den zugehörigen Untersatzschränken in Reihen so weit auseinander zu stellen, dass zwischen zwei Klappenschränken einer Reihe noch ein Sprechapparat bequem aufgehängt werden kann. Zur Ermöglichung der Verbindungen zwischen den Teilnehmerleitungen verschiedener Schränke werden zwischen den seitlichen Klinken der einzelnen Schränke Hülfsleitungen unter Verwendung von Bleirohrkabeln gezogen.

Aufstellung der Klappenschränke u. Vielfachumschalter.

Klappenschränke für 50 Doppelleitungen werden ohne Zwischenraum nebeneinander aufgestellt. Mehr als 2 Schränke sind in einem Amte nicht zu verwenden; reichen die beiden Schränke nicht mehr aus, so werden kleine Umschaltetafeln für Vielfachbetrieb aufgestellt.

Kleinere Klappenschränke für Einzel- oder Doppelleitungen werden an der Wand befestigt oder auf Tischen aufgestellt.

Die Aufstellung der Apparate für den Vielfachbetrieb erfolgt in fortlaufender Reihe; am Schluss jeder Reihe werden tischförmige oder schrankförmige Tafeln zur Verkleidung der Verbindungskabel angesetzt.

Erdleitungen. Die Erdleitungen für die Apparate und Batterien, die sogenannten Sprecherden oder Betriebserden, werden gewöhnlich aus 1,5 mm starkem Kupferdrahte, bei nicht ausreichender Festigkeit aus 4 mm starkem Eisendrahte hergestellt und soweit angängig mit den Wasserleitungsröhren verbunden; eine besondere Erdplatte kann in diesem Falle wegfallen. An Gasleitungen allein sind diese Erdleitungen nicht anzuschliessen.

Erdleitungen.

Die Blitzableitererdleitungen (vgl. Seite 730) sind mit den Erdleitungen für die Apparate und Batterien zu verbinden.

3. Einrichtung der Stadt-Fernsprechstellen.

Leitungseinführung. Die Teilnehmerleitung wird am letzten Isolator vor der Einführungsstelle abgespannt und mittelst Bleirohrkabels unter Verwendung einer Ebonitschutzglocke entweder durch die Fensterrahmen, oder durch das Backsteinmauerwerk, oder auf sonstige einfache Weise in den Raum eingeführt, in welchem die Sprechstelle untergebracht werden soll. Zur Befestigung der Bleirohrkabel am Mauerwerke dienen Mauerhaken. An Stelle der Ebonitschutzglocke kann auch der Abspannisolator als Schutzglocke benutzt werden.

Leitungseinführung.

Zimmerleitung. Zur inneren Einrichtung der Sprechstellen kommt allgemein Wachsdraht zur Verwendung, es sei denn, dass die Feuchtigkeit der Räume, namentlich wenn die Sprechstelle durch Nebengeräusche aus Starkstromleitungen zu leiden hat, die Anwendung von Gummidraht oder Bleirohrkabel bedingt.

Zimmerleitung.

Das zur Einführung benutzte Bleikabel, welches 0,5 bis 1 m in die Sprechstelle hineinreichen muss, ist durch Wandhaken zu befestigen und mit der Wachsdrahtzimmerleitung zu verlöten. An den Zimmerwänden ist der Wachsdraht durch Schlaufen aus ungefettetem Schafleder mittelst Kammzwecke zu befestigen.

Kreuzungen der Zimmerleitungen mit Gasröhren oder Starkstromleitungen sind zu vermeiden.

Batterien.

Batterien. Zur Aufnahme der Weckbatterie sowie der Mikrophon- und Kontrolelemente dienen verschliessbare Schränkchen, welche möglichst nahe den Fernsprechgehäusen anzubringen sind. Die Mikrophonelemente dürfen von der Weckbatterie nicht abgezweigt werden.

Für die Mikrophon- und Kontrolelemente der Fernsprechsysteme mit Induktionsweckbetrieb kommen entsprechend kleinere Schränkchen zur Anwendung.

Die Mikrophonsammlerzelle der Thüringer Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft Berlin ist in einem schrankförmigen Kasten eingebaut, der unmittelbar an der Wand befestigt werden kann.

Erdleitungen.

Erdleitungen. Bei Einzelleitungsbetrieb wird jede Fernsprechstelle mit zwei Erdleitungen versehen, die eine für die Leitung und die Batterie — die Betriebserde — und die zweite für den Apparatblitzableiter. Für Sprechstellen mit Doppelleitung ist nur eine Blitzableitererdleitung erforderlich.

4. Schutz der technischen Einrichtungen gegen das Eindringen elektrischer Starkströme.

Schmelzsicherungen.

Es kommen Schmelzsicherungen für Schwachstromleitungen zur Anwendung. Sie haben den Zweck, beim Eintritte stärkerer Ströme in die Leitungen gefahrdrohenden Erwärmungen der technischen Einrichtungen thunlichst vorzubeugen, indem sie vorher schmelzen und den weiteren Stromweg unterbrechen.

Die gebräuchliche Schmelzsicherung ist eine Doppelsicherung. Sie besteht aus einer Fein- und einer Grobsicherung.

Feinsicherung.

Feinsicherung. Die Feinsicherung ist mit den Abschmelzröllchen der Blitzableiter verbunden. In der Mitte des Bewickelungsdrahts dieser Röllchen ist ein etwa 4 cm langes Stück eines blanken, 0,07 mm starken Nickelindrahts eingelötet. Damit der blanke Draht nicht mit dem Erdcylinder der Blitzableiterröllchen in Berührung kommt, ist der Erdcylinder in der Mitte mit einer ringförmigen, etwa 5 mm breiten, dünnen Wachsschicht versehen.

Grobsicherung.

Grobsicherung. Die Grobsicherungen bestehen aus Glaspatronen mit einem Schmelzdraht aus 0,30 mm starkem Rheotandrahte. Damit beim Hindurchgehen eines stärkeren Stromes nach dem Abschmelzen des dünnen Drahtes kein Lichtbogen zwischen den beiden Endkappen entstehen kann, sind die nach dem Innern des Glasröhrchens gekehrten Bodenflächen der beiden Endkappen mit einer Schicht nicht hygroskopischen Kittes vollständig bedeckt. Selbst kleine blanke Stellen der Endkappen können zur Bildung eines Flammenbogens Veranlassung geben. Zur Verminderung der Gefahr des Zersprengens der Glasröhren werden diese mit Schmirgelpulver so weit gefüllt, dass in der Mitte in einem über den Schmelzdraht geschobenen dünnen Glasröhrchen eine freie Schmelzdrahtlänge von nur 5 mm verbleibt.

Es kommen Schmelzsicherungen in Sätzen zu 2 und 7 Leitungen, sowie Einzelsicherungen zur Verwendung. Die Unterlage für die Glaspatronen bildet eine Porzellanplatte mit der erforderlichen Anzahl gerader Klemmschenkel, zwischen denen die Schmelzpatronen eingeklemmt werden. Jede Klemmfeder trägt eine Klemmschraube zur Befestigung der Zuleitungsdrähte.

Schmelzsicherungen sind in sämtliche Telegraphen- und Fernsprechleitungen einzuschalten, welche Stromleiter von elektrischen Bahnen, Kraftübertragungs- oder Lichtanlagen oberirdisch kreuzen, oder sich ihnen bis zur Berührungsgefahr nähern, oder auch mit derart unmittelbar gefährdeten Leitungen auf Teilstrecken zusammenlaufen. Für Telegraphenleitungen genügen Grobsicherungen, dasselbe gilt für Fernsprech-Verbindungsleitungen, wenn sie nur zu Untersuchungszwecken in ein Amt eingeführt und daher im Plattenblitzableiter direkt verbunden sind. Dagegen müssen in sämtliche übrigen Fernsprechleitungen, also auch in die sogenannten *Sp*-Leitungen, gegebenen Falles Fein- und Grobsicherungen eingeschaltet werden.

Durch Starkstromleitungen gefährdete Kabelleitungen sind in gleicher Weise wie die oberirdischen Leitungen durch Schmelzsicherungen zu schützen.

In Orten mit ausgedehnten Starkstromnetzen werden alle Schwachstromleitungen mit Schmelzsicherungen versehen.

Die Grobsicherungen sind in jedem Falle vor dem Blitzableiter und möglichst nahe der Einführung in die Leitungen einzuschalten.

In den Stadt-Fernsprechstellen sind sie also nicht auf dem Fernsprechgehäuse anzubringen, sondern an der Stelle einzuschalten, wo das zur Durchführung durch den Fensterrahmen oder das Mauerwerk benutzte Stück Bleirohrkabel mit der übrigen Zimmerleitung in Verbindung tritt.

Feinsicherung für Kohlenblitzableiter.

Feinsicherung für Kohlenblitzableiter. Die Fernsprechsysteme neuester Bauart mit Kohlenblitzableiter erhalten Feinsicherungen von anderer Einrichtung. Sie bestehen aus einer Schmelzpatrone, welche von zwei Blattfedern gehalten wird. In der Schmelzpatrone durchfliesst der Strom eine Spule aus isoliertem Nickelindraht und erwärmt sie, wenn er die Stärke von ungefähr 0,22 Ampere erreicht hat, soweit, dass das im Innern der Spule befindliche Woodsche Metall zum Schmelzen kommt und dadurch die feste Verbindung eines Kontaktstifts mit der Schmelzpatrone aufgehoben wird. Der Kontaktstift wird infolgedessen durch die eine Blattfeder aus der Patrone herausgerissen, sodass die Leitung unterbrochen wird.

Wenngleich die jetzt gebräuchlichen Schmelzsicherungen bereits einen guten Schutz gewähren, so sind sie doch noch nicht so zuverlässig, dass von den mechanischen Schutzmaassregeln (Seite 678) vollständig abgesehen werden könnte. Es ist dies auch deshalb nicht angängig, weil elektrische Starkströme von gewisser Spannung, besonders Wechselströme, nicht allein den Gebäulichkeiten und Apparaten, sondern auch durch ihre physiologischen Einwirkungen auf den menschlichen Körper den die Apparate bedienenden Beamten gefährlich werden können. Hiergegen bieten Schmelzsicherungen überhaupt keinen Schutz.

Bei den durch Schmelzsicherungen geschützten Leitungen brauchen jedoch die mechanischen Schutzmittel nur in einer Form angewendet zu werden, also z. B. bei elektrischen Bahnen entweder auf die Arbeitsleitung aufgesattelte Holzleisten u. s. w. oder Schutzdrähte bez. Schutznetze.

V. Unterhaltung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

Allgemeines.

Allgemeines. Durch die Ausführung von Instandsetzungsarbeiten an den Telegraphenlinien darf unter keinen Umständen eine Betriebsstörung hervorgerufen werden. Die Arbeiter sind daher über das Wesen der Telegraphen- und Fernsprechleitungen soweit zu belehren, dass sie die Notwendigkeit einsehen, alle Arbeiten an den Leitungen mit grösster Sorgfalt, Ruhe und Aufmerksamkeit vorzunehmen. Bei feuchtem Wetter dürfen die Kleider der Arbeiter und andere nasse Gegenstände nicht mit den Leitungen in Berührung kommen. Durchschneidungen der Leitungsdrähte dürfen erst dann vorgenommen werden, wenn eine sicher leitende vorläufige Verbindung zur Überbrückung der Schnittstelle hergestellt worden ist. Während der Mittagsstunden von 12 bis 3 Uhr sind die Arbeiten an den Leitungen in Linien mit internationalen oder für den grossen inländischen Verkehr bestimmten Leitungen zur Verhütung von Betriebsstörungen gänzlich auszusetzen.

Geraderichten von Stangen.

Geraderichten von Stangen. An derjenigen Seite der Stange, nach welcher hin diese zu richten ist, wird der Boden unmittelbar an der Stange herab genügend tief abgegraben; an der entgegengesetzten Seite wird eine Leiter angesetzt und von einem Arbeiter bestiegen. Das Gewicht des Arbeiters bringt die Stange in die lotrechte Stellung zurück. Nach erfolgter Einlotung wird der leere Raum um den Fuss der Stange mit Erde und Steinen ausgefüllt und festgestampft.

Bei Stangen in Winkelpunkten wird es meist notwendig, die Stange durch Anlegen eines Seiles oder mittelst Flaschenzugs oder Drahtwinde in die lotrechte Stellung zurückzuziehen.

Ist eine Stange infolge zu starker Spannung der Leitungsdrähte übergewichen, so ist entweder der Fusspunkt der Stange in der Richtung des Drahtzugs soweit zu versetzen, dass der normale Durchhang hergestellt wird, oder die Leitungsdrähte sind durch Einsetzen von Drahtstücken genügend zu verlängern. Im ersten Falle wird die Stange durch ein möglichst am Zopfende befestigtes Seil gegen die Mittelkraft des Drahtzugs festgelegt, sodann wird das Fussende durch Abgraben des Bodens in der Drahtzugrichtung freigelegt und die Stange zuletzt mit Wuchtbaum uud Wuchtkette vorsichtig so weit nach vorn bewegt, dass sie lotrecht steht. Das Loch wird hierauf verfüllt, und die Stange mit den erforderlichen Verstärkungsmitteln versehen.

Auswechseln von Stangen.

Auswechseln von Stangen. Eine hölzerne Stange muss ausgewechselt werden, wenn sie von Fäulnis derart angegriffen ist, dass sie mit Rücksicht auf ihren Standpunkt nicht mehr die erforderliche Haltbarkeit mindestens für die Dauer eines Jahres verspricht.

Von der Anwendung besonderer Schutzmittel wie Anker, Streben und Klebpfosten ist dann Gebrauch zu machen, wenn sich hierdurch eine weitere mindestens einjährige betriebssichere Benutzung der Stange erreichen lässt. Wenn irgend thunlich, ist die an Stelle einer angefaulten Stange zu verwendende neue Stange nicht wieder in das alte Loch zu setzen, sondern etwa 1 bis 2 m davon entfernt aufzustellen. Die neu einzusetzende Stange wird mit den erforderlichen Isoliervorrichtungen ausgerüstet, zwischen den Drähten vorsichtig so aufgerichtet, dass Störungen vermieden werden, und dann in das zu ihrer Aufnahme hergestellte Stangenloch lotrecht eingesetzt. Die Leitungsdrähte werden von der auszuwechselnden Stange gelöst und auf die Isoliervorrichtungen der neuen Stange übertragen.

Zur Herausnahme der angefaulten Stange wird diese soweit angegraben, dass sie niedergelegt werden kann. Vor dem Niederlegen ist die Stange so zu drehen, dass die Isoliervorrichtungen in die Richtung der Leitungsdrähte fallen.

Muss die auszuwechselnde Stange ausnahmsweise in demselben Punkte aufgestellt werden, in welchem die faule Stange steht, so sind bei gerader Linie die Leitungen von der alten Stange herunterzunehmen, und die Drähte von zwei Arbeitern durch Hülfstangen mit Schraubenhaken auseinander zu halten. Die Auseinanderstellung der Schraubenhaken ist etwas grösser als der normale Abstand der Leitungsdrähte zu nehmen. Die angefaulte Stange wird dann ausgegraben oder ausgewuchtet und niedergelegt. Sodann wird das Loch für die neue Stange hergestellt; hierbei sind alle zur angefaulten Stange gehörigen Holzteile sorgfältig zu entfernen. Wenn irgend thunlich, ist auch zur Verfüllung des neuen Stangenlochs anderes Füllmaterial als das durch die Ausgrabung gewonnene zu verwenden. Das Aufrichten und Einsetzen der Stange erfolgt in der bereits beschriebenen Weise.

Steht die auszuwechselnde Stange in einem Winkelpunkte, so muss zunächst eine vollständig armierte Notstange, die erforderlichenfalles noch zu verankern oder zu verstreben ist, in der Richtung der Mittelkraft des Drahtzugs etwa 1 m von der alten Stange entfernt aufgestellt werden. An den nächsten Nachbarstangen sind die Drähte mittelst Feilkloben oder Froschklemmen festzulegen, damit ein Durchgleiten der Leitungen nach Abnahme derselben von der auszuwechselnden Stange nicht eintreten kann. Die Nachbarstangen sind zu verstreben oder zu verankern.

Bei der Übertragung der stark gespannten Leitungsdrähte auf die neuen Plätze muss die Leiter an der dem Drahtzug abgekehrten Seite der auszuwechselnden Stange angelegt werden. Auch ist zur Verhütung des Zurückschnellens des Leitungsdrahts nach der Notstange zu der Draht vor dem Losbinden mit Hülfe eines durch Arbeiter gehaltenen Seiles festzulegen.

Die Auswechselung einer Abspannstange erfolgt in ähnlicher Weise durch Einsetzen einer Notstange. Um die Leitungsdrähte von den Isolatoren der Abspannstange abnehmen zu können, wird meist ein Durchfeilen der Drähte dicht am Isolator notwendig werden; an den leichten und den schweren Draht ist dann ein Drahtstück von entsprechender Länge und Stärke anzulöten.

Tiefersetzen von Stangen.

Tiefersetzen von Stangen. Geübte Arbeiter bewirken das Tiefersetzen einer Stange in der Weise, dass sie ohne vorherige Abnahme der Leitungsdrähte die Stange dicht über der faulen Stelle absägen, sie dann

vorsichtig abheben und dicht vor oder hinter den in der Erde stehen gebliebenen Stumpf hinstellen. Der Stumpf wird ausgewuchtet oder ausgegraben, wobei sämtliche Holzteile des faulen Stangenendes und zweckmässig auch die mit dem faulen Holze in unmittelbarer Berührung gewesene Erdschicht zu entfernen sind.

Nachdem das Stangenloch auf die der Länge der verkürzten Stange entsprechende Tiefe ausgefüllt worden ist, erfolgt vorsichtig das Einsetzen und Befestigen der Stange. Unter keinen Umständen dürfen die Leitungsdrähte an einer tiefer gesetzten Stange einen Zug nach oben auf die Bindedrähte ausüben.

Sind an einer tiefer zu setzenden Stange eine grössere Anzahl von Leitungen befestigt, oder die Arbeiter nicht geübt genug, so müssen vor dem Tiefersetzen die Drähte abgenommen und mittelst Hülfstangen auseinander gehalten werden.

Anbringung von Sicherungsmitteln.

Anbringung von Sicherungsmitteln. Die Konstruktion und Anbringung von Prellpfählen, Prellsteinen und Scheuerböcken ist an anderer Stelle bereits angegeben.

Zur Sicherung derjenigen Stangen, welche bereits etwas von Fäulnis angegriffen sind, kommen Klebpfosten in Anwendung, wenn die Stangen hierdurch noch längere Zeit ohne Schädigung der Betriebssicherheit in der Linie verbleiben können.

Als Klebpfosten dient ein gesunder, 2 bis 2,5 m langer Stangenabschnitt, der in gerader Linie senkrecht zur Richtung des Gestänges, in Winkeln und Kurven in der Richtung der Mittelkraft des Drahtzugs dicht an die vorher genügend tief angegrabene Stange so angesetzt wird, dass er mindestens 1 m über den Erdboden herausragt. Die nach der Stange zu stehende Seite des Klebpfostens ist etwas auszuhöhlen. Die Verbindung des Klebpfostens mit der Stange erfolgt durch mehrfache Bunde aus 4 mm starkem Eisendrahte.

Auswechseln schadhafter Doppelglocken.

Auswechseln schadhafter Doppelglocken. Doppelglocken, welche durchgehende Sprünge bekommen haben, oder in ihrem Mantel so beschädigt sind, dass sie eine ausreichende Isolation nicht mehr sicherstellen, sind gegen vollständig brauchbare auszuwechseln. Geringe Beschädigungen des äusseren Mantels gestatten dagegen eine vorläufige Belassung der Doppelglocken in der Linie. Bei der Auswechselung der Doppelglocken ist zweckmässig auch die Stütze mit auszuschrauben und dafür eine vollständige Isoliervorrichtung einzusetzen. Während der Auswechselung der Isoliervorrichtung wird der losgebundene Leitungsdraht auf einen über derselben schräg eingeschraubten Nagelbohrer gelegt; das alte Schraubenloch wird mit einem Holzpflock verschlagen, und das neue Loch wird gegen das alte etwas versetzt eingebohrt.

Bei Auswechselung von Isoliervorrichtungen an Abspanngestängen sind der leichte und der schwere Leitungsdraht mittelst des Flaschenzugs festzulegen, nach vorheriger Überbrückung zu durchfeilen und sodann nach Anlötung entsprechender Stücke wieder auf die neue Isoliervorrichtung aufzubringen.

Reinigung der Doppelglocken.

Reinigung der Doppelglocken. Die Doppelglocken sind mindestens einmal jährlich aussen und innen von Schmutz und Spinngeweben gründlich zu reinigen. Zur Reinigung dient ein grosser Schwamm, ein Lappen, eine Bürste und nötigenfalls Seifenlauge.

Erneuerung von Bindedrähten.

Erneuerung von Bindedrähten. Bei den Instandsetzungsarbeiten ist genau zu prüfen, ob die Bindedrähte noch genügend festsitzen und mit Rücksicht auf den Drahtzug richtig angebracht sind. In keinem Falle darf der Leitungsdraht an dem Bindedrahte zerren oder von ihm nur getragen werden. Gerissene und lose gewordene Bindedrähte sind durch neue zu ersetzen. Während des Anfertigens der neuen Bindung ist der Leitungsdraht erforderlichen Falles mit einem Stricke an der Stange festzubinden.

Wiederherstellung eines gerissenen Leitungsdrahts.

Wiederherstellung eines gerissenen Leitungsdrahts. Die beiden wieder zu verbindenden Drahtenden sind unter Anwendung von einfachen, mit Froschklemmen versehenen und mit langen Leinen bespannten Rollkloben soweit zusammen zu ziehen, dass die Enden mit dem Flaschenzug erfasst werden können. Um Berührungen zu verhüten, wird hierbei rechts und links der Reissstelle je eine Fangleine über den Draht geworfen und letzterer von den übrigen Drähten weggezogen. Nach Anlegung des Flaschenzugs ist eine vorläufige Verbindung der beiden Drahtenden mittelst isolierten Drahtes herzustellen, damit die Leitung sobald als möglich wieder betriebsfähig wird. Zum Zwecke der endgültigen Verbindung müssen die Reissenden soweit zusammengezogen werden, bis sie sich berühren. Hierzu müssen erforderlichen Falles beide Enden des gerissenen Drahtes von den Stangen heruntergenommen werden. Die Verbindung der beiden Drahtenden erfolgt durch Einsetzen eines Drahtstücks, dessen Länge auf mindestens 1 m zu bemessen ist, damit die beiden Lötstellen nicht zu nahe aneinander zu liegen kommen. Der Leitungsdraht darf durch das Einsetzen des neuen Drahtstücks keine Veränderung seiner ursprünglichen Länge erfahren; von beiden Enden sind deshalb entsprechende Stücke abzuschneiden. Ist in der Nähe der Reissstelle eine Lötstelle in dem Drahte vorhanden, so ist diese herauszuschneiden, um die Zahl der Lötstellen nicht zu vermehren.

Regulieren der Leitungen.

Regulieren der Leitungen. Die Berichtigung des Durchhanges der Leitungen erfolgt unter Zuhülfenahme von Visierstange oder Visierwinkel. Geringe Unregelmässigkeiten im Durchhang eines Leitungsdrahts lassen sich meist durch Verteilen auf mehrere Stangenzwischenräume ausgleichen. Zu diesem Zwecke werden die Bindedrähte an den betreffenden Isoliervorrichtungen gelockert, und der Leitungsdraht durch einen regelmässig wirkenden Zug an der über ihn geschlungenen Fangleine, oder von dem Stützpunkt aus mittelst Leine und Froschklemme in die normale Lage gebracht. Die gelockerten Bindedrähte werden hierauf wieder festgebunden.

Ist ein Leitungsdraht zu straff gespannt, so wird ein Stück von wenigstens 1 m Länge eingesetzt. Ist er dagegen zu schlaff, so wird ein entsprechendes Stück herausgeschnitten; hierbei ist auch auf den Drahtbedarf für die Verbindungsstelle selbst Rücksicht zu nehmen.

In beiden Fällen sind vorhandene Lötstellen thunlichst mit herauszuschneiden.

Erneuerung von Lötstellen und Drahtverbindungen.

Erneuerung von Lötstellen und Drahtverbindungen. Lötstellen und Drahtverbindungen, welche infolge von Oxydation oder Lockerwerden in Bezug auf Leitungsfähigkeit zweifelhaft erscheinen, müssen durch neue ersetzt werden. Nach Herstellung einer vorläufigen Überbrückung wird die fehlerhafte Lötstelle oder Drahtverbindung herausgeschnitten, und ein neues Drahtstück von entsprechender Länge eingesetzt.

Ersatz schweren Leitungsdrahts durch leichte Leitung.

Ersatz schweren Leitungsdrahts durch leichte Leitung. Wenn in Winkelpunkten oder Kurven die Stangen einem zu starken

Zuge des schweren Leitungsdrahts ausgesetzt sind, und wenn die örtlichen Verhältnisse die Anbringung von Verstärkungsmitteln an den betreffenden Stangen durchaus nicht gestatten, so wird der schwere Leitungsdraht gegen schwächeren Draht oder leichte Leitung ausgewechselt. In besonderen Fällen, namentlich bei stark belasteten Gestängen auf Viadukten kann es erforderlich werden, die Eisendrähte durch 1,5 mm oder 2 mm starke Bronzedrahtleitungen streckenweise zu ersetzen.

Die Auswechselung geschieht in folgender Weise: An den Endstangen der Auswechselungsstrecke, welche entsprechend zu verstärken sind, wird der Leitungsdraht durch Feilkloben oder Froschklemmen festgelegt. Sodann wird an beiden sichergestellten Stangen nacheinander unter Anwendung des Flaschenzugs und einer vorläufigen Drahtverbindung der schwere Leitungsdraht durchschnitten und abgespannt. Nach Abnahme des auszuwechselnden schweren Drahtes, wozu Fangleinen und erforderlichen Falles auch schwache Notstangen zur Verhütung von Berührungen mit den übrigen Leitungen zu verwenden sind, wird die leichte Leitung aufgebracht und mit der abgespannten schweren Drahtleitung verbunden. Die vorläufigen Drahtverbindungen werden sodann gelöst, und das zwischen ihnen befindliche Stück schwerer Drahtleitung wird aufgewickelt.

Umlegen von Linien.

U m l e g e n v o n L i n i e n. In der neuen Richtungslinie werden zunächst sämtliche vollständig mit Isoliervorrichtungen ausgerüstete Stangen u. s. w. aufgestellt. Ist die umzulegende Strecke nur kurz und die neue Richtungslinie nicht weit von der alten entfernt, so werden die Drähte an den beiden Grenzstangen mit Feilkloben oder Froschklemmen festgelegt; die nahe der Mitte befindlichen Lötstellen u. s. w. werden nach Überbrückung durch einen langen Hülfsdraht durchschnitten, und nach Lösung sämtlicher Bindedrähte werden die Leitungen auf die neuen Stützpunkte übertragen. Mit der Umlegung wird bei dem untersten der neuen Richtungslinie zugekehrten Leitungsdrahte begonnen.

Ist die zu verlegende Strecke zu lang oder die neue Richtungslinie zu weit entfernt, so ist nach vollständiger Fertigstellung des neuen Gestänges die oberste Leitung an demselben neu herzustellen und mit der entsprechenden Leitung des abzubrechenden Gestänges zu verbinden. Die hierauf entbehrlich werdende Leitung des alten Gestänges ist abzunehmen und zur Herstellung der zweiten Leitung am neuen Gestänge zu verwenden. Dies Verfahren wird wiederholt; der übrig bleibende letzte Leitungsdraht der alten Linie ist anderweit zu verwenden.

Ausästungen.

A u s ä s t u n g e n. Auf ein sorgfältiges Ausästen der Anpflanzungen in der Nähe der Leitungen ist besonderer Wert zu legen, da die Berührung der Baumzweige mit den Leitungen nicht nur den Isolationszustand beeinträchtigt, sondern auch das Eintreten von Leitungsverschlingungen wesentlich begünstigt. Wo es notwendig erscheint, ist das Verschneiden der Bäume im Laufe des Jahres mehrere Male zu wiederholen. An Landstrassen mit Obstpfanzungen empfiehlt es sich, nach der Obsternte eine Ausästung vorzunehmen, weil sich zu dieser Zeit die Bäume nicht mehr im Wachstum befinden und nachgewachsene Triebe ohne Schaden für die Bäume entfernt werden können.

Beseitigung von Drahtberührungen und Drahtverschlingungen.

B e s e i t i g u n g v o n D r a h t b e r ü h r u n g e n u n d D r a h t v e r s c h l i n g u n g e n. Der nicht normal hängende Draht wird mittelst einer Fangleine

von den anderen Leitungsdrähten abgezogen, sodann erfolgt die Regulierung des Durchhanges erforderlichen Falles unter Verkürzung oder Verlängerung desselben.

Drachenschwänze und Peitschenschnüre u. s. w., welche oft die Ursache von Berührungen oder Stromübergängen bilden, werden mittelst eines an einer langen Stange befestigten Messers abgeschnitten. Gelingt dies nicht, so müssen die Leitungen von den Stützpunkten herabgenommen und nach Beseitigung der Fremdkörper wieder aufgebracht werden.

Wiederherstellung von Kabeln.

Wiederherstellung von Kabeln. Die Fehlerlage ist durch elektrische Messung zu bestimmen. Bei den unmittelbar in die Erde verlegten Kabeln wird die durch die Messung ermittelte Fehlerstelle aufgegraben. Ist äusserlich eine Beschädigung nicht zu erkennen, so wird durch Öffnen der beiden nächstgelegenen Lötstellen und durch elektrische Prüfung festgestellt, ob die Fehlerstelle thatsächlich zwischen den beiden Lötstellen liegt. Ist dies der Fall, so wird der Fehler durch nochmalige Messung weiter eingegrenzt und sodann das fehlerhafte Kabelstück ausgewechselt. Die Herstellung der Verbindungen erfolgt nach Maassgabe der Vorschriften über die Ausführung von Lötstellen in Guttapercha-, Faserstoff- oder Fernsprechkabeln.

Röhrenkabel müssen zu ihrer Instandsetzung aus den Röhren herausgezogen werden; ein Ersatzkabel ist vorher, oder wenn dies nicht angängig, unmittelbar nachher einzuziehen. Nach Herausschneiden des fehlerhaften Stückes sind die fehlerfreien Teile, sofern sie lang genug sind, als Röhrenkabel wieder zu verwenden.

Zur Ausbesserung eines Flusskabels muss dieses vom Ufer aus bis zur Fehlerstelle durch Unterfahren mit einem Kahne aufgenommen werden. Ist das Kabel vollständig gerissen, so muss auch das zweite Ende in gleicher Weise vom anderen Ufer aus gehoben werden. In das gerissene oder in das zur Beseitigung der Fehlerstelle auseinander geschnittene Kabel wird ein entsprechend langes fehlerfreies Kabelstück nach Maassgabe der Vorschriften für die Herstellung von Lötstellen in Flusskabeln eingeschaltet.

VI. Betriebsstörungen.

Einteilung der Störungen. Die Betriebsstörungen werden entweder durch Unterbrechungen oder durch Nebenschliessungen verursacht. Eine Unterbrechung des Stromkreises verhindert das Entstehen des Telegraphier- oder Sprechstroms; ist die Unterbrechung unvollständig, so tritt nur eine Schwächung des Stromes ein.

Nebenschliessungen sind Ableitungen des Stromes zur Erde, welche verursacht werden:

1. durch unmittelbare Berührung des Leitungsdrahts mit der Erde oder durch Berührung mit fremden, den Strom zur Erde ableitenden Körpern; man bezeichnet die Störungen als Erdschlüsse;

2. durch Berührung des Leitungsdrahts mit anderen Leitungsdrähten; diese Störungen nennt man Berührungen.

Erdschlüsse verhindern die Überkunft des ganzen Stromes oder eines Teiles desselben über die Fehlerstelle hinaus, Berührungen mit anderen Leitungen bringen durch die entstehenden Stromverzweigungen in den einzelnen Stromkreisen das sogenannte Mitsprechen hervor. Die Telegraphier- und Sprechströme der einen Leitung wirken auf die Apparate der anderen mit ihnen in Berührung befindlichen Leitungen; meist entstehen Verwirrungen der beabsichtigten Telegraphierzeichen oder der Gespräche.

I. Allgemeines über die Behandlung von Störungen.

Vorkehrungen zur Sicherung des Betriebs im nicht gestörten Teile einer Leitung. Sobald eine Störung eintritt, ist festzustellen, welcher Art die Störung ist, und ob es sich um eine Störung innerhalb oder ausserhalb des Amtes handelt.

Liegt der Fehler innerhalb des Amtes, so sind Vorkehrungen zu treffen, dass durch den Fehler nicht der Betrieb der übrigen in die Leitung eingeschalteten Anstalten gestört wird. Bei Endanstalten sind zu dem Zwecke eindrähtige Leitungen an der Einführung, oder wenn die Einführungsdrähte in Ordnung sind, im Blitzableiter an Erde zu legen, von Doppelleitungen dagegen beide Drähte an der Einführung bez. im Blitzableiter unmittelbar miteinander zu verbinden, und sofern ein Nebenschluss vorhanden ist, nach dem Amte hin zu isolieren. Bei Zwischenanstalten hat in gleicher Weise die unmittelbare Verbindung der beiden Leitungszweige und deren Isolierung nach dem Amte hin zu erfolgen.

Bei Trennstellen in einer Arbeitsstromleitung kann unter Umständen mittelst Durchsprechschaltung des Apparats des nicht gestörten Stromkreises der Betrieb aufrecht erhalten werden.

Wenn in Fernsprech-Verbindungsanlagen nur ein Draht der Doppelleitung gestört ist, so ist dieser auf beiden Ämtern zu isolieren und der Betrieb in Einzelleitung aufrecht zu erhalten. Wird die Störung durch eine Berührung der beiden Schleifendrähte miteinander verursacht, so sind beide Drähte zusammenzuschalten, der Betrieb ist ebenfalls in Einzelleitungsschaltung wahrzunehmen.

Eingrenzung der Störungen. Sobald festgestellt ist, dass die Störung ausserhalb des Amtes liegt, muss der Fehlerort näher eingegrenzt werden. Die Beobachtungen der einen Fehler eingrenzenden Anstalt sind durch gleichzeitige Beobachtungen einer anderen jenseits der Fehlerstelle in der Leitung liegenden Anstalt zu kontrolieren.

Das Endziel der Eingrenzung ist die Ermittelung der beiden der Fehlerstelle am nächsten gelegenen Untersuchungsstellen.

Die engere Eingrenzung der Fehlerstelle erfolgt im allgemeinen durch fortgesetztes Halbieren der zu untersuchenden Strecke.

Zur Ausführung der Fehlereingrenzungen sind sämtliche Anstalten berufen, bei welchen die Leitungen zum Betriebe, zur Übertragung oder zu Untersuchungszwecken eingeführt sind, und denen die zur Untersuchung erforderlichen Apparate zur Verfügung stehen.

Die Anregung zur Fehlereingrenzung hat diejenige Anstalt zu geben, welche die Störung zuerst bemerkt. Die Eingrenzung selbst erfolgt dann durch die der Fehlerstelle zunächst gelegenen Untersuchungsanstalten.

Bei Ruhestromleitungen hat die Eingrenzung der Störungen zweckmässig nur von den der Fehlerstelle zunächst gelegenen End- oder Trennanstalten zu erfolgen. Die Zwischenanstalten in Ruhestromleitungen haben bei Eintritt einer Störung sofort der auf telegraphischem oder auf anderem Wege am schnellsten zu erreichenden End- oder Trennanstalt mitzuteilen, nach welcher Seite die Leitung gestört ist.

Wenn zwei Leitungen sich berühren, sodass ein gleichzeitiges Telegraphieren in beiden Leitungen nicht möglich ist, so ist die eine zu isolieren, damit die andere betriebsfähig werde.

Beseitigung von Störungen in Fernsprech-Verbindungsanlagen. Die Begehung einer gestörten Linienstrecke hat stets von beiden Endpunkten aus und zwar möglichst gleichzeitig zu erfolgen. Zu diesem Zwecke hat dasjenige Amt, welches vom Bestehen einer Störung in seiner Nähe Kenntnis erhält, einen Leitungsaufseher u. s. w. auf die gestörte Strecke zu entsenden und das dem anderen Endpunkte der eingegrenzten Linienstrecke nächstgelegene Amt zur Abordnung eines Aufsehers in entgegengesetzter Richtung aufzufordern. Beide Aufseher müssen die Linie stets bis zu dem Punkte, an dem sie zusammentreffen, begehen, die Leitungen unterwegs genau besichtigen und etwa vorgefundene Fehler sogleich beseitigen.

Liegt der Fehler im Umkreis eines der eingrenzenden Ämter, so hat dieses die Absendung des Aufsehers zu veranlassen und das Amt am anderen Ende der Strecke um gleichzeitige Entsendung des dortigen Aufsehers zu ersuchen. Liegt der Fehler zwischen zwei Anstalten, die an der Eingrenzung nicht beteiligt sind, so hat dasjenige der eingrenzenden Ämter, welches nach seiner Lage und nach seinen telegraphischen Verbindungen am besten hierzu imstande ist, eine der Anstalten, zwischen denen der Fehler liegt, vom Bestehen der Störung in Kenntnis zu setzen.

Prüfung der Stadtlinie. Jeder Telegraphenanstalt ist zur Beaufsichtigung und Unterhaltung ein Stadtlinienbezirk zugeteilt. Hat sich bei der Untersuchung ergeben, dass die Ursache einer Betriebsstörung ausserhalb des Amtes zu suchen ist, so muss durch örtliche Besichtigung und bei Vorhandensein von Untersuchungsstellen an den Grenzen der Stadtlinie durch Isolierung oder Erdverbindung der Leitungen festgestellt werden, ob der Fehler innerhalb oder ausserhalb der Stadtlinie liegt. In geeigneten Fällen sind auch die Unterwegsanstalten zur Prüfung der Stadtlinie aufzufordern.

2. Störungen in Telegraphen- und Fernsprechverbindungs-Anlagen.

a) Störungen auf der Leitung.

Ruhestromleitungen.

Ruhestromleitungen. Eine vollständige Unterbrechung macht sich bei Ruhestromleitungen dadurch bemerkbar, dass die Galvanoskopnadel auf den Nullpunkt zurückkehrt und unbeweglich auf demselben verharrt. Der Anker des Apparats fällt ab und auf dem Papierstreifen erscheint ein ununterbrochener Strich. Bei nicht vollständigen Unterbrechungen treten diese

Erscheinungen in geringerem Maasse auf; der Anker wird u. U. noch angezogen, liefert aber zusammenlaufende Schrift.

Vollständiger Erdschluss macht sich in einer Ruhestromleitung dadurch bemerkbar, dass über denselben hinaus weder ein Amt zu errufen ist, noch der Ruf eines solchen Amtes ankommt. Der eigene Apparat spricht an. Bei Zwischenstellen ist nach der nicht gestörten Seite gute Verständigung vorhanden. Liegt ein Erdschluss in der Nähe eines Amtes, so nimmt man zumeist auch einen stärkeren Ausschlag der Galvanoskopnadel wahr.

Bei geringeren Nebenschliessungen kommt die Schrift der jenseits der Fehlerstelle belegenen Ämter nicht mit der früheren Deutlichkeit an; die Zeichen erscheinen spitzer und die Zwischenräume zwischen ihnen grösser. Es rührt dies daher, dass der Strom von einem jenseits der Fehlerstelle belegenen Amte durch Tastendruck nicht vollständig unterbrochen werden kann, da der Strom von diesseits immer noch über die Fehlerstelle hinweg einen Weg zur Erde findet.

Mehrere Fehlerstellen mit grösserem Widerstande wirken wie eine einzige Fehlerstelle mit entsprechend geringerem Widerstande.

Berührungen von Ruhestromleitungen miteinander kennzeichnen sich dadurch, dass auf dem Apparate der einen Leitung mehr oder weniger deutliche Schriftzeichen aus anderen Leitungen ankommen.

Ähnliche Erscheinungen treten auf, wenn Ruhestromleitungen sich mit Arbeitsstromleitungen in Berührung befinden, und auf letzteren gearbeitet wird.

Da der Arbeitsstrom nur in einem Teile der Ruhestromleitung den Batterien derselben entgegen wirkt, in dem anderen Teile aber die Wirkung der Batterien verstärkt, so treten zuweilen so starke magnetisierende Wirkungen in den Elektromagneten und Ankern auf, dass erstere förmlich nach oben gerissen werden.

Wenn auf der Arbeitsstromleitung nicht gearbeitet wird, so wirkt die Berührung in derselben Weise, wie ein Nebenschluss bez. Erdschluss in der Ruhestromleitung.

Sind bei einem in eine Schleifleitung eingeschalteten Amte die beiden Schleifendrähte in Berührung geraten, so hat die Berührung in der Schleife auf den Verkehr der übrigen Ämter keinen Einfluss. Bei vollkommener Berührung ist das Amt vom Verkehr mit den übrigen Ämtern abgeschnitten. Hat das Amt keine Batterie, so fällt der Anker des Schreibapparats ab und das Galvanoskop zeigt keinen Strom an. Ist die Berührung der Schleifendrähte nur unvollständig, so kann das Amt unter Umständen noch mit den übrigen Ämtern der Leitung in Verbindung treten.

Auf einem Trennamt in einer Schleifleitung treten dieselben Erscheinungen auf, wenn im Umschalter Durchsprechstellung genommen ist. Nimmt das Amt Trennstellung, so zeigen sich dieselben Erscheinungen wie bei den Endanstalten von zwei in Berührung geratenen Ruhestromleitungen.

Berührungserscheinungen sind auch wahrzunehmen, wenn mehrere Leitungen in dasselbe Amt eingeführt sind, und die gemeinschaftliche Erdleitung unterbrochen ist oder zu grossen Widerstand besitzt.

Arbeitsstromleitungen.

Arbeitsstromleitungen. Eine vollständige Unterbrechung macht sich in einer Arbeitsstromleitung dadurch bemerkbar, dass bei Tastendruck das Galvanoskop des gebenden Amtes keinen Ausschlag anzeigt. Bei unvollständiger Unterbrechung zeigt das Galvanoskop einen schwächeren Ausschlag als bei vollständig betriebsfähiger Leitung.

Ist eine Arbeitsstromleitung durch vollständigen Erdschluss gestört, so wird auf dem gebenden Amte ein stärkerer Ausschlag der Galvanoskopnadel beobachtet. Über die Fehlerstelle hinaus ist weder ein Amt zu errufen, noch kommt der Ruf eines solchen Amtes auf dem diesseits der Fehlerstelle gelegenen Amte an. Der Strom geht an der Fehlerstelle zur Erde.

Bei geringeren Nebenschliessungen hängt es von dem Widerstande der Fehlerstelle ab, ob der Stromteil, welcher über die Fehlerstelle gelangt, noch für die Zeichengebung auf dem anderen Amte genügt. Die ankommende Schrift wird um so spitzer, je geringer der Widerstand des Nebenschlusses ist.

Bei Berührung zweier Arbeitsstromleitungen kommen, sobald auf beiden Leitungen gearbeitet wird, verworrene Zeichen auf den Apparaten an; die eigenen Apparate werden zeitweise beim Geben mit ansprechen, weil beim Loslassen der Taste der aus der anderen Leitung kommende Strom einen Weg über die Ruheschiene der Taste und den Apparat des gebenden Amtes zur Erde findet.

Bei Berührung einer Arbeitsstromleitung mit einer Ruhestromleitung entstehen in den Apparaten, auch beim gebenden Amte, verworrene Zeichen; ferner zeigt das Galvanoskop der Arbeitsstromleitung bei ruhender Taste Strom an.

Berührungserscheinungen treten ferner auf, wenn mehrere Arbeitsstromleitungen in dasselbe Amt eingeführt sind, und die gemeinschaftliche Erdleitung unterbrochen ist oder zu grossen Widerstand besitzt.

Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb.

Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb. Vollständige Unterbrechungen machen sich dadurch bemerkbar, dass dasjenige Amt, in dessen Nähe die Unterbrechung liegt, in der Richtung der Unterbrechung weder ein Amt zu errufen vermag, noch von einem jenseits der Unterbrechungsstelle liegenden Amte errufen werden kann. Der Betrieb der auf ein und derselben Seite der Fehlerstelle liegenden Ämter ist nicht unterbrochen. Ist die Unterbrechung nur unvollständig, so kann unter Umständen noch mit den in der Nähe gelegenen Anstalten Verständigung erzielt werden.

Tritt ein vollständiger Erdschluss auf, so ist u. U. eine Sprechverständigung zwischen den Anstalten diesseits des Erdschlusses untereinander und zwischen den Anstalten jenseits des Erdschlusses untereinander noch angängig, dagegen werden durch den Weckstrom die Wecker der meisten in die Leitung eingeschalteten Anstalten nicht mehr zum Ansprechen gebracht werden. Da die polarisierten Wecker der Apparate einen Widerstand von ungefähr 1600 Ohm haben, so wird der grösste Teil des Weckstroms durch den Erdschluss zur Erde gehen.

Geringere Nebenschliessungen heben die Sprechverständigung meist nicht auf; doch wirken die Weckrufe nicht mehr zuverlässig.

Fernsprech-Verbindungsanlagen.

Fernsprech-Verbindungsanlagen. Sie sind in der Regel als Doppelleitung ausgeführt. Vollständige Unterbrechung eines oder beider Leitungsdrähte schliesst in der Schleifenschaltung die Sprechverständigung aus und macht den Anruf von Amt zu Amt unmöglich. Eine nicht vollständige Unterbrechung verringert die Sprechverständigung; ob die in die Leitung auf den einzelnen Ämtern eingeschalteten Rufklappen auf die Weckrufe noch ansprechen, richtet sich nach der Grösse des Widerstandes in der Unterbrechungsstelle.

Nebenschliessungen in nur einem Leitungsdrahte können theoretisch nicht auf den Betrieb einer Doppelleitung einwirken. Da jedoch der zweite Leitungs-

draht infolge Berührung mit Baumzweigen u. s. w. immerhin auch geringen Nebenschluss haben kann, so wird doch durch Erdschluss eines Leitungsdrahts zuweilen eine Erschwerung des Betriebs eintreten; insbesondere werden Lautübertragungen aus anderen am Gestänge befindlichen Leitungen und u. U. auch Starkstromgeräusche auftreten, die sonst bei einer Doppelleitung nicht merkbar werden.

Nebenschliessungen in beiden Leitungsdrähten verringern die Sprechverständigung um so mehr, je geringer der Widerstand der Fehlerstellen ist. Bei vollständigem Erdschluss in beiden Leitungen ist jede Verständigung ausgeschlossen.

Gleicherweise wird auch die Überkunft der Weckrufe von Amt zu Amt durch Nebenschliessungen in beiden Leitungsdrähten erschwert oder unmöglich gemacht.

Da Fernsprech-Verbindungsanlagen im allgemeinen an besonderen Gestängen geführt werden, so können Berührungen hier nur zwischen den beiden Drähten einer Doppelleitung selbst, oder Berührungen der Drähte einer Doppelleitung mit denjenigen einer anderen Doppelleitung, oder endlich beide Fälle zusammen auftreten.

Eine vollständige Berührung zwischen den beiden Drähten einer Doppelleitung schliesst in der Regel die Sprechverständigung und das Überkommen der Weckströme in der Schleifenschaltung aus. Bei unvollständiger Berührung gelangen dagegen Teilströme von noch hinreichender Stärke in das Amt jenseits der Berührungsstelle, welche eine teilweise Sprechverständigung oder ein Anrufen ermöglichen. Bei Berührung verschiedener Leitungen tritt Mithören und u. U. Gesprächsverwirrung ein. Die Weckrufe kommen entweder auf dem fernen Amte gar nicht oder nur schwach an; unter Umständen fallen auf den Anruf auch die Rufklappen der mit in Berührung befindlichen Leitungen des eigenen oder des fernen Amtes.

Fehlerortsbestimmung

Fehlerortsbestimmung in oberirdischen Leitungen. Sind die eine Störung eingrenzenden Anstalten mit Messinstrumenten ausgerüstet, so wird sich bei langen Leitungen mit vielen Untersuchungsstellen eine Bestimmung der Fehlerlage durch Messung des Leitungswiderstandes empfehlen, wenn die Störungsursache in einem vollständigen Erdschluss oder in einer Berührung mit einer anderen bekannten Leitung besteht. In beiden Fällen sind die in Betracht kommenden Leitungen auf den Ämtern jenseits der Fehlerstelle zu isolieren.

Für die mit Erdschluss behaftete Leitung wird der Leitungswiderstand vom Untersuchungsamte bis zur Fehlerstelle gemessen, bei Berührungen dagegen die Summe des Leitungswiderstandes beider Leitungen bis zur Berührungsstelle. Da der Normalwiderstand für 1 km Länge der betreffenden Leitungen bekannt ist, so kann mit Hülfe der Messresultate annähernd bestimmt werden, in welcher Entfernung vom Messamte der Erdschluss oder die Berührung liegt. Kann von einem jenseits der Fehlerstelle belegenen Amte eine Kontrolmessung vorgenommen werden, so wird aus beiden Messergebnissen das Mittel genommen. Durch Isolierung der Leitungen an den beiden Untersuchungsstellen, zwischen denen die Störungsursache nach dem Messergebnis liegen soll, wird die Richtigkeit der so vorgenommenen Fehlerortsbestimmung geprüft. Stimmt die Nachprüfung mit dem Messergebnisse nicht überein, so ist die Isolierung der Leitungen nacheinander abwechselnd auf die den ersten beiden Untersuchungsstellen benachbarten auszudehnen, da der Fehler nicht weit von der durch die Messung ermittelten Stelle liegen kann.

Die Fehlerortsbestimmung durch Messung empfiehlt sich namentlich für lange Arbeitsstromleitungen und lange Fernsprech-Verbindungsleitungen.

Die Lage von Unterbrechungen und nicht vollkommenen Erdschlüssen oder Berührungen kann durch Messung nicht zuverlässig ermittelt werden.

Bei Ämtern, welchen zur Fehlereingrenzung nur ein Galvanoskop zur Verfügung steht, sowie in den Fällen, in denen eine Fehlerortsbestimmung durch Messung nicht möglich oder zweckmässig ist, hat folgendes Verfahren Anwendung zu finden:

Die Leitung ist bei einem nahe der Mitte der gestörten Strecke gelegenen Amte oder in Ermangelung eines solchen an einer Untersuchungsstelle bei Nebenschluss nach beiden Seiten zu isolieren, bei Unterbrechung nach beiden Seiten an Erde zu legen. Von beiden Untersuchungsämtern wird gleichzeitig beobachtet. Wird von dem einen Amte bei der Isolierung an einem in die Leitung eingeschalteten Galvanoskop kein Nadelausschlag, und bei der Erdverbindung regelmässige Nadelablenkung bemerkt, so ist die Leitung bis zur Untersuchungsstelle in Ordnung, das jenseitige Amt muss dann die entgegengesetzten Beobachtungen gemacht, bei der Isolierung also Nebenschluss und bei der Erdverbindung Unterbrechung festgestellt haben.

Die weitere Eingrenzung erfolgt durch fortgesetzte Halbierung der jeweils ermittelten Fehlerstrecke bis auf einen zwischen zwei benachbarten Untersuchungsstellen liegenden Leitungsabschnitt.

Bei Berührungen sind die Leitungen an den Untersuchungsstellen gleichzeitig zu isolieren, sofern die mit in Berührung befindlichen Leitungen bekannt und bei der Untersuchungsstelle mit durchgeführt sind. Ist letzteres nicht der Fall, so sind sie bei einem jenseits der Fehlerstelle gelegenen Amte zu isolieren.

Fehlerortsbestimmungen in unterirdischen Leitungen s. S. 352.

b) Störungen innerhalb der Ämter.

Allgemeines. Für Untersuchungszwecke ist als Trennpunkt zwischen innerer und äusserer Leitung die letzte Klemme — Einführungsklemme — innerhalb der Diensträume in der Richtung nach der oberirdischen oder unterirdischen äusseren Leitung anzunehmen.

Allgemeines.

Stellt sich bei der Untersuchung von oberirdischen Leitungen heraus, dass der hinter der Einführungsklemme befindliche Teil der Zimmerleitung in Ordnung ist, so muss die Untersuchung der Amtseinrichtung bis zur Verbindungsstelle des Einführungsdrahts mit der äusseren Leitung am ersten Porzellanisolator ausserhalb der Diensträume ausgedehnt werden. Zu diesem Zwecke wird ein Hülfsdraht am Einführungsisolator mit dem Leitungsdrahte verbunden und aus Galvanoskop, Batterie, Hülfsdraht und Einfühungsdraht ein Stromkreis gebildet, um festzustellen, ob der Einführungsdraht fehlerfrei ist oder nicht.

Zuverlässige Ergebnisse lassen sich bei sämtlichen Feststellungen nur dann erzielen, wenn das zur Untersuchung benutzte Galvanoskop in tadellosem Zustand ist. Da auf kleineren Ämtern zumeist das in die Leitung eingeschaltete Galvanoskop selbst zur Untersuchung benutzt wird, so ist namentlich bei diesen darauf zu achten, dass jede Untersuchung einer Amtseinrichtung mit der Prüfung des zur Benutzung kommenden Galvanoskops zu beginnen hat. Zeigt das Galvanoskop bei Verbindung der Zuführungs-

klemmen mit den Polen eines guten Elements einen starken Nadelausschlag, so ist es in Ordnung, andernfalls muss es durch ein fehlerfreies ersetzt werden.

Die Mehrzahl der in der Amtseinrichtung vorkommenden Fehler liegt in den Blitzableitern, Tasten und Klemmen. Bei Nebenschliessungen empfiehlt es sich z. B., zunächst den Blitzableiter zu untersuchen, indem man bei Plattenblitzableitern den Deckel abhebt, bei den etwa noch von früher her vorhandenen Schneidenblitzableitern mit einem Papierblatte zwischen den Schneiden durchfährt, bei Spitzenblitzableitern die Abschmelzröllchen, bei Spindelblitzableitern die Spindeln und bei Kohlenblitzableitern die Kohlenplatten herauszieht. Verschwindet der Fehler hierdurch, so ist die Störungsursache an dem Apparate selbst leicht durch Besichtigung zu finden; bei Platten- und Schneidenblitzableitern sind es meist durch Blitzschlag entstandene geschmolzene Metallkörnchen, welche die beiden Platten verbinden, bei Spindelblitzableitern eine durch Blitzbeschädigung hervorgerufene metallische Verbindung der Umwicklung mit dem Erdkörper. Stromunterbrechungen haben ihre Ursacbe meist in locker gewordenen Klemmen, in mangelhaftem Tastenschlusse, beschädigten Blitzableiterspindeln, Abschmelzröllchen und Schmelzsicherungen. Zur Beseitigung der Störungsursachen werden die Tastenkontakte gereinigt, die Klemmen angezogen und die beschädigten Blitzschutzvorrichtungen gegen betriebsfähige ausgewechselt.

Schliesslich hat noch eine genaue Besichtigung der Batterie bezüglich der richtigen und leitenden Verbindung der Elemente untereinander, ihrer ordnungsmässigen Beschickung und der richtigen Einschaltung in die Leitung zu erfolgen. Wird hierdurch ein in der Batterie vermuteter Fehler nicht gefunden, so muss noch eine Prüfung der einzelnen Elemente mittelst des Galvanoskops stattfinden. An den Klemmen des Galvanoskops werden zu diesem Zwecke zwei Hülfsdrähte befestigt; das freie Ende des einen Hülfsdrahts wird mit dem einen Pole der Batterie, z. B. dem Kupferpole, verbunden, und mit dem freien Ende des anderen Hülfsdrahts berührt man vom ersten Element ab hintereinander die Zinkpole der einzelnen Elemente. Dadurch wird die Batterie nach und nach in den Stromkreis des Galvanoskops eingeschaltet. Fehlerhafte Elemente machen sich durch geringeren oder gar keinen Ausschlag bemerkbar. Nach ihrer Ausschaltung wird die Prüfung bis zum letzten Elemente fortgesetzt. Ist die Batterie sehr gross, so kann die Prüfung auch in der Weise erfolgen, dass zuerst je eine Batteriehälfte durch das Galvanoskop geschlossen wird, und die fehlerhaften Elemente dann durch fortgesetzte Halbierung ermittelt werden.

Wenn auf diese Weise die Störungsursache nicht aufgefunden werden kann, so erübrigt nur eine elektrische Prüfung der einzelnen Leitungsteile von Klemme zu Klemme an der Hand der Stromläufe. Der Gang der Untersuchung ist für die einzelnen Schaltungen und Betriebsweisen naturgemäss verschieden; die leitenden Grundsätze, welche durch die nachfolgenden Beispiele veranschaulicht werden, bleiben jedoch überall dieselben.

Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung.

Untersuchung einer Zwischenstelle in einer Ruhestromleitung. a) Unterbrechung. Durch Stöpselung von Loch 3 oder 4 des Plattenblitzableiters wird festgestellt, ob der Fehler innerhalb oder ausserhalb des Amtes liegt (Fig. 577). Er liegt innerhalb des Amtes, wenn das Galvanoskop keinen Ausschlag giebt, andernfalls ausserhalb. Im letzteren Falle wird zur Bestimmung des fehlerhaften Leitungszweigs erst der Leitungszweig L_1 durch Stöpselung von Loch 1 und dann der Zweig L_2 durch

Stöpselung von Loch 2 an Erde gelegt. Zeigt bei Stöpselung von Loch 1 das Galvanoskop Strom an, so liegt die Unterbrechung im Leitungszweig L_1, zeigt das Galvanoskop dagegen bei Stöpselung von Loch 2 Strom, so liegt die Unterbrechung in dem Leitungszweig L_2. Zeigt das Galvanoskop weder bei Stöpselung von Loch 1 noch von Loch 2 einen Ausschlag, so sind beide Leitungszweige unterbrochen.

Bei der Einzeluntersuchung zur Ermittelung des Fehlers im Amte wird zunächst nochmals die Taste geprüft, indem man Ruheschiene und Mittelschiene durch ein kurzes Drahtstück verbindet. Tritt Strom ein, so ist die Unterbrechung in der Taste durch Reinigung der Achslager und der Ruhekontakte zu beseitigen.

Ist die Taste fehlerfrei, so werden beide Leitungszweige durch Stöpselung in Loch 3 des Blitzableiters miteinander verbunden, das Amt also aus der

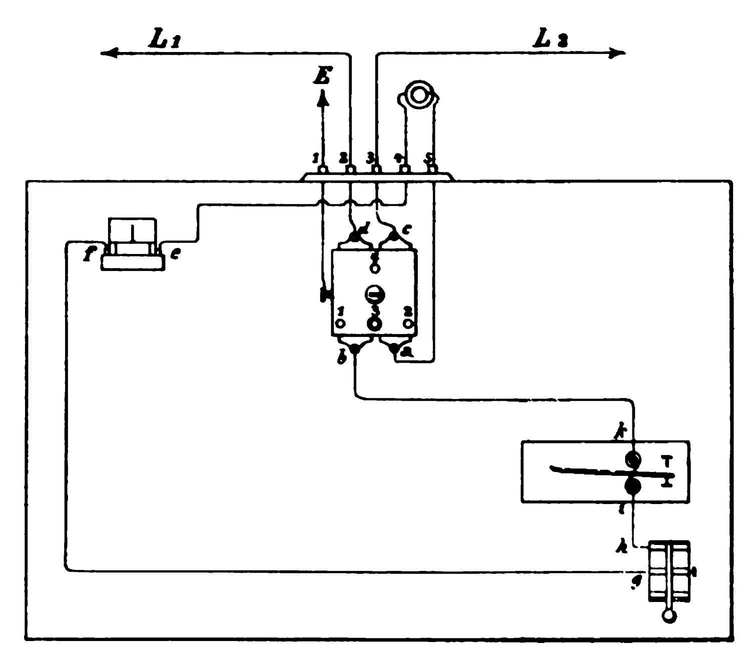


Fig. 577.

Leitung ausgeschaltet. Da der Fehler im Amte liegt, zeigt das Galvanoskop keinen Ausschlag.

Durch einen Hülfsdraht wird jetzt die Klemme *a* des Blitzableiters mit der Klemme *f* des Galvanoskops verbunden. Zeigt das Galvanoskop guten Ausschlag, so ist der Teil zwischen *a*, Klemme 5, Batterie, Klemme 4 und *e* bis *f* fehlerfrei und der Fehler liegt auf der Strecke zwischen *f*, Taste und Apparat bis zur Klemme *b* des Blitzableiters; die weitere Untersuchung geschieht nach 1. Zeigt sich dagegen kein Ausschlag, so liegt der Fehler in dem an erster Stelle bezeichneten Teile; die weitere Eingrenzung erfolgt nach 2.

1. Man nimmt das Ende des Hülfsdrahts von dem Galvanoskop ab und berührt damit nacheinander die Klemmen *g*, *h*, *i*, *k* und *b*. Zeigt bei Berührung einer dieser Klemmen das Galvanoskop keinen Strom, so liegt die Unterbrechung zwischen den beiden zuletzt berührten Klemmen.

2. Der Hülfsdraht wird mit dem einen Ende an die Klemme 4 (1. Batteriezuführungsdraht) gelegt, und mit dem anderen Ende die Klemme *e* des Galvanoskops berührt; zeigt sich ein Ausschlag, so liegt der Fehler zwischen Klemme 4 und *e*. Zeigt sich kein Ausschlag, so nimmt man einen zweiten Hülfsdraht und verbindet die Klemme 5 (2. Batteriezuführungsdraht) mit der Klemme *f* des Galvanoskops. Tritt jetzt Ausschlag ein, so liegt der Fehler in der Leitung von Klemme 5 nach *a* oder gleichzeitig in der Strecke von Klemme 4 nach *e*. Diese Fehler sind durch Besichtigung aufzusuchen. Erhält man dagegen beim Anlegen beider Hülfsdrähte noch keinen Strom, so liegt der Fehler in den Batteriezuführungen bis zum Tische. Erhält man bei Einschaltung eines Hülfsdrahts zwischen Klemme 5 und der entsprechenden Polklemme der Batterie Strom, so ist die an Klemme 5 endigende Zuführungsleitung unterbrochen. Die Prüfung der an Klemme 4 endigenden anderen Zuleitung erfolgt auf gleiche Weise; erforderlichen Falles sind beide Zuleitungen auszuwechseln.

Hat das zu untersuchende Amt keine Batterie und ist die sorgfältige Besichtigung der Amtseinrichtung ohne sicheres Ergebnis geblieben, so schaltet man das Galvanoskop zwischen die Klemmen 2 und 3. Zeigt das Galvanoskop Strom, so liegt der Fehler im Amte, andernfalls ausserhalb des Amtes. Im letzteren Falle legt man nach Wiedereinschaltung des Galvanoskops einen Hülfsdraht an die eine Leitungsklemme und überbrückt die einzelnen Strecken, dem Stromlaufe folgend, von Klemme zu Klemme. Zeigt das Galvanoskop Strom, so liegt eine Unterbrechung auf der zuletzt überbrückten Stelle.

b) Nebenschliessung. Um festzustellen, ob die Störung innerhalb oder ausserhalb des Amtes liegt, wird ein Leitungszweig nach dem anderen an den Leitungsklemmen isoliert. Verschwindet in beiden Fällen der Strom, so ist das Amt diesseits der Leitungsklemmen am Tische in Ordnung. Der Fehler kann dann noch in der Einführung liegen. Verschwindet der Strom bei Isolierung eines Leitungszweigs nicht, so liegt ein Fehler im Amte vor.

Die Eingrenzung des Fehlers erfolgt durch Isolieren der einzelnen Teile der Tischleitung. Die Untersuchung wird von denjenigen Einführungsklemmen aus in der Richtung des Stromlaufs vorgenommen, bei welchen nach der Isolation des Einführungsdrahts der Fehler als im Amte liegend festgestellt worden ist. Ist z. B. bei der Isolation an Klemme 3 die Nadel des Galvanoskops nicht in die Ruhelage zurückgegangen, so wird nacheinander an den Klemmen *c*, *a*, 5, 4 u. s. w. isoliert, bis die Nadel auf den Nullpunkt zurückgeht und der Anker abfällt. Der Fehler liegt alsdann zwischen den beiden zuletzt gelösten Klemmschrauben.

Um während der Untersuchung den Betrieb der übrigen Ämter nicht zu stören, werden die von den Klemmen 2 und 3 abgenommenen Einführungsdrähte durch eine Doppelklemme miteinander verbunden.

Die am häufigsten in einer Amtseinrichtung auftretenden Nebenschliessungen sind zurückzuführen auf:

1. Nebenschliessungen im Blitzableiter durch Zusammenschmelzen der Platten infolge atmosphärischer Entladungen;

2. Drahtstücke, Schrauben, Nägel oder ähnliche Gegenstände, die durch Zufall zwischen die Blitzableiterplatten geraten, oder mit den blanken Tischleitungsdrähten in leitende Berührung gekommen sind;

3. Nebenschluss in den Bleirohrkabeln der Zimmerleitung, der dadurch entstanden ist, dass die Kupferseele z. B. infolge Verletzung des Kabels

durch unvorsichtiges Einschlagen eines Wandhakens oder Dielennagels u. s. w. mit der Bleihülle in Berührung gekommen ist und diese mit der Erde in leitender Verbindung steht;

4. Berührungen der Batteriezuführungsdrähte. Sind für die Batteriezuführung zwei einaderige Bleirohrkabel verwendet, so ist eine Berührung der beiden Kupferseelen meist ausgeschlossen, eher ist dies in einem vieradrigen Bleirohrkabel möglich. Wird ein solcher Fehler vermutet, der sich durch schwächeres Arbeiten des Apparats und geringeren Ausschlag der Nadel anzeigt, so sind die vier Adern des Kabels an beiden Enden von den Klemmen zu lösen. Eine Ader ist mit einem Galvanoskop und einem Element zu verbinden und mit den übrigen Adern nacheinander der andere Pol des Elements zu berühren. Dieselbe Prüfung wird mit der 2., 3. und 4. Ader vorgenommen; erfolgt ein Ausschlag der Galvanoskopnadel, so sind die beiden angelegten Adern in Berührung.

Prüfung der Batterieschaltung

Prüfung der Batterieschaltung. Sämtliche Batterien einer Ruhestromleitung müssen so geschaltet sein, dass sie im gleichen Sinne wirken. Bei dem westlich gelegenen Endamte muss der Kupferpol, bei dem östlich gelegenen Endamte der Zinkpol an Erde liegen. Ein Zwischenamt muss nach dem westlichen Endamte hin Kupfer und nach der anderen Richtung hin Zink an Leitung haben. Sind bei der Einschaltung der Batterie eines Ruhestromamts die Pole versehentlich vertauscht worden, so wirkt diese Batterie den anderen entgegen und schwächt dadurch den Strom.

Die Batterieschaltung ist in folgender Weise zu prüfen:

Man beobachtet, nach welcher Seite die Nadel des Galvanoskops bei ruhendem Verkehre zeigt. Stöpselt man dann Loch 3 oder 4 des Blitzableiters, so muss die Nadel nach derselben Seite ausschlagen. Zeigt sie nach der anderen Seite, so ist die Batterie falsch eingeschaltet und es müssen die Zuführungsdrähte zu den Polen vertauscht werden.

Endstelle in einer Ruhestromleitung.

Untersuchung einer Endstelle in einer Ruhestromleitung. Sie erfolgt unter sinngemässer Anwendung des für Zwischenstellen angegebenen Verfahrens, wobei noch Folgendes zu beachten ist. Endigen im Amte zwei Leitungen, so steht die zweite Leitungsplatte des Blitzableiters nicht mit Erde in Verbindung, sondern dient zur Aufnahme der zweiten Leitung, während von beiden Apparaten die Leitungen unmittelbar an Erde führen.

Wird eine gemeinschaftliche Batterie benutzt, so führt der Stromweg jeder Leitung durch den Blitzableiter, das Galvanoskop, über die Taste, den Schreibapparat, zur Batterie und durch diese zur Erde. Ist nur eine Leitung eingeführt, so können sämtliche Löcher des Blitzableiters in der für die Untersuchung von Zwischenstellen angegebenen Weise benutzt werden. Liegen aber auf beiden Leitungsplatten getrennte Leitungen, so dürfen die Löcher 3 und 4 nicht gestöpselt werden, sondern nur die Löcher 1 und 2, um jede Leitung für sich an Erde zu legen.

Trennstelle in einer Ruhestromleitung

Untersuchung einer Trennstelle in einer Ruhestromleitung. Zum Zwecke der Untersuchung nimmt man im Umschalter Trennstellung. Dadurch wird die Zwischenstelle in zwei Endstellen zerlegt, und man kann nunmehr jede Endstelle für sich untersuchen. Es handelt sich dann gleichsam um zwei in dasselbe Amt eingeführte Leitungen, für welche ein Blitzableiter, aber zwei getrennte Batterien dienen.

Die Untersuchung hat sich in diesem Falle auch auf den Umschalter zu erstrecken. Die Klemmen sind nachzusehen, die herangeführten Drähte zu prüfen, ob sie gebrochen sind, die Zwischenräume zwischen den Schienen zu reinigen, der Stöpsel, sowie die Stöpsellöcher blank zu reiben.

Endstelle in einer Arbeitsstromleitung.

Untersuchung einer Endstelle in einer Arbeitsstromleitung (Fig. 578).

a) Unterbrechung. — Durch Stöpselung in Loch 1 des Plattenblitzableiters und Verbindung der Arbeitsschiene der Taste mit der Mittelschiene durch einen Hülfsdraht oder Abschrauben des Arbeitskontakts auf den Kontaktstift der Arbeitsschiene wird festgestellt, ob der Fehler innerhalb oder ausserhalb des Amtes liegt. Bringt der an der Mittelschiene der Taste sich verzweigende Strom die Galvanoskopnadel zur Ablenkung und den Apparat zum Ansprechen, so ist die Amtseinrichtung in Ordnung, andernfalls fehlerhaft.

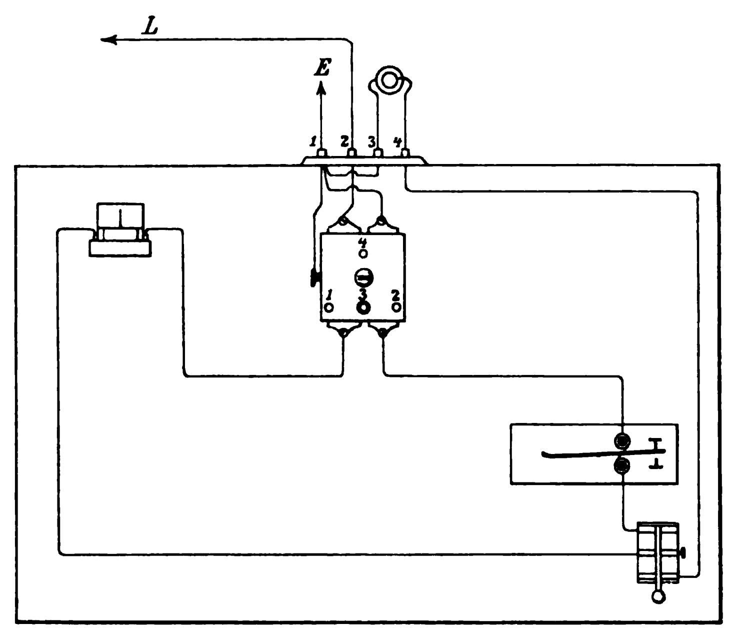


Fig. 578.

Zeigt das Galvanoskop Strom an, während der Apparat nicht anspricht, so liegt der Fehler in dem Stromwege zwischen Mittelschiene der Taste, Ruheschiene, Schreibapparat und Erdleitung. Spricht umgekehrt der Apparat an, während das Galvanoskop keinen Strom anzeigt, so liegt der Fehler in dem Stromwege zwischen Mittelschiene der Taste, Galvanoskop und Loch 1 des Blitzableiters. Die einzelnen Teile der Tischleitung werden durch Überbrückung mit Hülfsdrähten in der für die Ruhestromschaltung angegebenen Weise untersucht.

Wenn die Erdleitung des Amtes, an welcher der eine Batteriepol liegt, unterbrochen ist, so erhält man bei Tastendruck keinen Ausschlag im Galvanoskop, während bei Stöpselung des Blitzableiters in Loch 2 und Verbindung der Mittel- und Arbeitsschiene der Taste Strom vorhanden ist. Aus der letzteren Erscheinung darf man daher erst dann den Schluss ziehen, dass die Amtseinrichtung in Ordnung sei, wenn man die Betriebsfähigkeit der Erdleitung durch Besichtigung oder elektrische Prüfung festgestellt hat.

b) Nebenschliessung. — Die Leitung wird an der Klemme 2 isoliert; zeigt das Galvanoskop bei Tastendruck Strom an, so liegt der Fehler im Amte. Zur weiteren Eingrenzung wird der Batteriedraht von der Arbeitsschiene abgenommen und unter Verwendung eines Hülfsdrahts an die Klemme 2 gelegt, aus welcher der Einführungsdraht entfernt wird; sodann wird ein Vorratsgalvanoskop oder das von seinem Platze genommene Tischgalvanoskop zwischen die Klemme 3 und die Batterie eingeschaltet. Der Batteriestrom durchfliesst bei dieser Anordnung die ganze Tischleitung und bewirkt eine Ablenkung der Galvanoskopnadel und eine Anziehung des Ankers. Die Fehlerstelle wird ermittelt, wenn von Klemme 1 an die einzelnen Teile der Zimmerleitung von Klemme zu Klemme in der Richtung des Stromlaufs isoliert werden. Wenn die Nadel des Galvanoskops in die Ruhelage zurückkehrt und der Anker des Schreibapparats abfällt, so liegt der Fehler auf dem Wege zwischen den beiden zuletzt gelösten Klemmen.

Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung.

Untersuchung einer Trennstelle in einer Arbeitsstromleitung. Die Trennstelle wird durch Stöpselung des mittelsten Loches im Umschalter VII in zwei Endstellen zerlegt und jede Endstelle für sich in der vorbeschriebenen Weise untersucht. Bei dieser Untersuchung muss noch eine besondere Prüfung der beiden Drähte von den Mittelschienen der Tasten nach der rechten bez. linken unteren Schiene des Umschalters stattfinden.

Zu diesem Zwecke wird in dem Umschalter nach links oder rechts Durchsprechstellung und im Blitzableiter für beide Leitungen Erdstellung genommen. Zeigen bei Tastendruck die entsprechenden Galvanoskope Strom an, so sind die Drähte in Ordnung.

Die künstlichen Widerstände können sowohl zu Stromunterbrechungen als auch zu erheblichen Stromschwächungen Anlass geben. Unterbrechungen lassen sich mit Hülfe der Batterie und des Galvanoskops leicht feststellen, indem man beide mit Hülfsdrähten zwischen die Endklemmen des Widerstandes schaltet. Liegt eine bedeutende Schwächung des Stromes vor, was sich nur durch genaue Beobachtung des Galvanoskops und des Anschlags des Apparats bei Trennstellung und Durchsprechstellung beurteilen lässt, so muss der Widerstand ausgewechselt werden. In beiden Stellungen muss der Strom auf Galvanoskop und Apparat gleich starke Wirkungen ausüben.

Liegt auf dem Amte eine Unterbrechung vor, so ist wiederum zu beachten, dass die Erdleitung sich in gutem Zustande befinden muss. Denn bei vorhandener Unterbrechung oder besonders hohem Widerstande der Erdleitung liefert die Untersuchung immer das Ergebnis, dass die Störung ausserhalb des Amtes liegt.

Telegraphenanstalt mit Fernsprechbetrieb.

Untersuchung einer Telegraphenanstalt mit Fernsprechbetrieb (Endstelle mit Induktoranruf). Stehen ein Galvanoskop und eine Batterie zur Verfügung, so kann die Untersuchung in ähnlicher Weise wie bei den Morsebetriebsstellen durch Isolieren der einzelnen Drahtverbindungen von Klemme zu Klemme bei Nebenschliessung, und durch Überbrücken der Stromwege mit Hülfsdrähten bei Unterbrechung erfolgen. Eine solche Unterbrechung wird jedoch einen erheblichen Zeitaufwand erfordern, da sich die Prüfung auf vier Stromkreise zu erstrecken hat, nämlich:

1. den Stromkreis für den abgehenden Weckstrom,
2. den Stromkreis für den ankommenden Weckstrom,
3. den Mikrophonstromkreis oder primären Sprechstromkreis,
4. den Hörstromkreis oder sekundären Sprechstromkreis.

Gemeinsam ist diesen vier Stromkreisen der Teil der Zimmerleitung, in welchem Plattenblitzableiter (in der Figur weggelassen) und Spindelblitzableiter liegen (Fig. 579).

Durch eine örtliche Besichtigung der Drahtverbindungen und der einzelnen Apparatteile wird in den meisten Fällen der Fehler in kürzerer Zeit als durch elektrische Untersuchungen gefunden werden. Die Störungsursachen liegen gewöhnlich im Plattenblitzableiter, im Spindelblitzableiter, in der Taste, dem Hakenumschalter oder in den Leitungsschnüren des Fernsprechers.

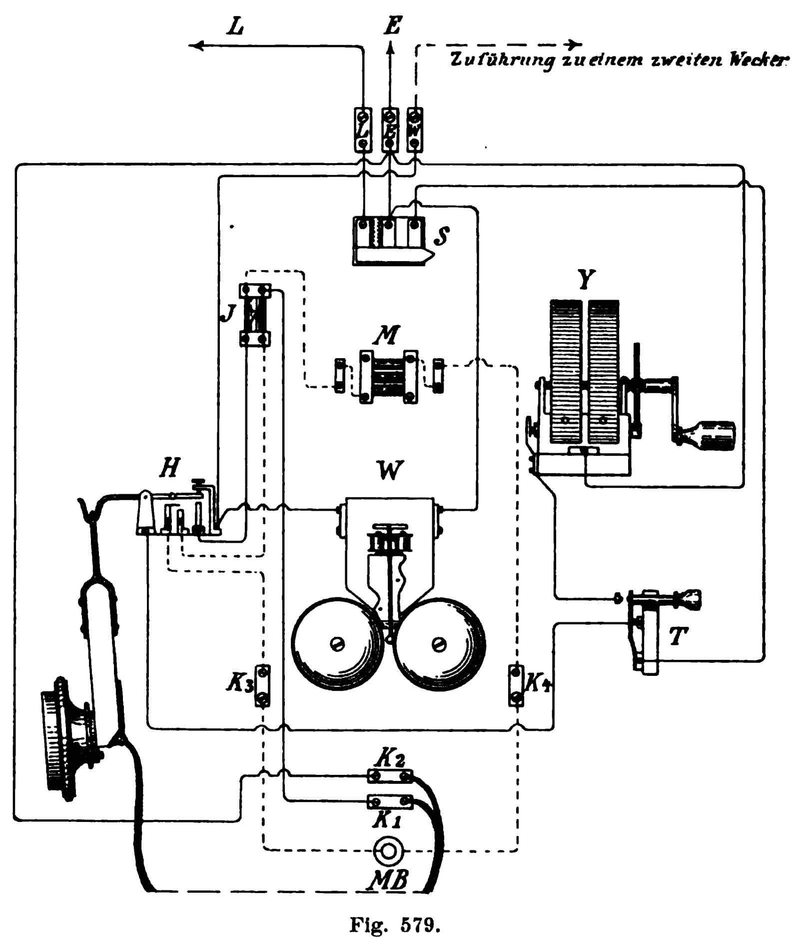


Fig. 579.

Durch Abnahme der Deckplatte des Blitzableiters, Herausziehen der Blitzableiterspindel, Reinigen der Kontakte, der Taste und des Hakenumschalters sowie Auswechselung des Fernsprechers lassen sich diese Fehler leicht feststellen und beseitigen.

Gelingt die Auffindung der Störungsursache auf diese Weise nicht, so ist die Betriebsfähigkeit der einzelnen Stromkreise zweckmässig folgendermaassen festzustellen.

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom. — In den Verbindungsdraht zwischen Kurbelinduktor und Tastenkontakt (Fig. 579) ist ein Aushülfsfernhörer oder der Fernhörer des Apparats selbst einzuschalten.

Ist Unterbrechung vorhanden, so legt man die Leitung durch Stöpselung von Loch 1 des Plattenblitzableiters an Erde. Bei niedergedrückter Taste muss durch Drehung der Induktorkurbel ein kräftiges Knacken im Fernhörer wahrnehmbar werden, andernfalls ist der Stromweg innerhalb des Amtes gestört. Ist Nebenschliessung vorhanden, so wird die Leitung an der Einführungsklemme gelöst; der Fernhörer darf dann auf den Weckstrom nicht ansprechen. Die weitere Eingrenzung im Amte erfolgt in der angegebenen Weise durch Überbrückung der einzelnen Drähte von Klemme zu Klemme bei Unterbrechung, oder durch Isolation bei Nebenschluss.

2. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom. — Der Arbeitskontakt der Taste *T* wird durch einen Hülfsdraht mit der Einführungsklemme, von welcher die Leitung abzunehmen ist, verbunden. Wenn durch die Drehung der Induktorkurbel bei ruhender Taste und angehängtem Fernhörer der Wecker anspricht, so ist der Stromkreis innerhalb des Amtes ohne Unterbrechungsfehler.

Die Prüfung auf Nebenschluss erfolgt in gleicher Weise, nachdem man den Verbindungsdraht des Weckers mit der Erdleitung an der Erdschiene des Spindelblitzableiters gelöst und ausserdem in den Verbindungsdraht vom Induktor zur Taste einen Fernhörer eingeschaltet hat. Bei fehlerfreiem Stromwege darf weder der Wecker noch der Fernhörer bei Umdrehung der Induktorkurbel ansprechen. Vorbedingung ist jedoch der ordnungsmässige Zustand der Erdverbindung des Induktors.

Für die nähere Eingrenzung von Klemme zu Klemme durch Überbrückung bez. Isolierung ist auch bei Vorhandensein eines Unterbrechungsfehlers die Einschaltung des Fernsprechers an der oben bezeichneten Stelle erforderlich.

3. Mikrophonstromkreis. — Die Leitung wird im Plattenblitzableiter an Erde gelegt. Streicht man nun mit dem Finger leise über die Mikrophonmembran oder das vor ihr befindliche Schutznetz, so wird man im abgehängten Fernhörer die hierdurch entstehenden Geräusche deutlich wahrnehmen, wenn der Mikrophonstromkreis und der Hörstromkreis ohne Unterbrechungsfehler sind. Ist das Mikrophon, wie man sagt, tot, so ist mittelst Galvanoskops oder Fernhörers und einiger Elemente, u. U. der Mikrophonbatterie, festzustellen, ob der Fehler thatsächlich im Mikrophonstromkreise liegt. Die nähere Eingrenzung erfolgt in bekannter Weise durch Überbrücken der einzelnen Stromwege von Klemme zu Klemme mit Hülfsdrähten.

Nebenschliessungen im Mikrophonstromkreise werden nach Feststellung des guten Zustandes der Mikrophonelemente in der Weise ermittelt, dass ein Galvanoskop oder ein Fernhörer in den Zuführungsdraht von der Mikrophonbatterie nach der Mikrophonklemme *K3* und *K4* des Apparats eingeschaltet, und der andere Batteriepol durch einen Hülfsdraht an Erde gelegt wird. Dem Stromlaufe folgend werden die einzelnen Drähte von Klemme zu Klemme isoliert; sobald die Galvanoskopnadel bei der Isolation, statt in die Ruhelage zu gehen, ausschlägt oder die Membran des Fernhörers angezogen wird, liegt der Fehler zwischen den beiden zuletzt gelösten Klemmen. Die Untersuchung ist auf den gesamten Stromkreis auszudehnen, weil der Mikrophonstromkreis in sich selbst geschlossen ist und daher Nebenschliessungen erst dann in Erscheinung treten, wenn sie an zwei Stellen vorhanden sind.

4. Hörstromkreis. — Die Leitung wird im Plattenblitzableiter an Erde gelegt. Befindet sich der Mikrophonstromkreis in Ordnung, so wird

man im abgehängten Fernhörer die durch Bewegung der Mikrophonmembran oder ihres Schutznetzes mit dem Finger verursachten Geräusche wahrnehmen, falls der Hörstromkreis ohne Unterbrechungsfehler ist. Andernfalls ist die Unterbrechungsstelle, oder aber die Nebenschliessung in der unter 3 angegebenen Weise einzugrenzen. Galvanoskop oder Fernhörer und Batterie sind hierbei an der Einführungsklemme, von welcher aus dem Stromlaufe folgend die Isolation oder Überbrückung von Klemme zu Klemme zu geschehen hat, in die Zimmerleitung einzuschalten.

Bei Untersuchung einer Trennstelle wird im Umschalter Trennstellung genommen und die Prüfung für jeden Leitungszweig nach Maassgabe der für Endstellen gegebenen Anleitung ausgeführt.

Fernsprech-Verbindungsanlage.

Untersuchung einer Fernsprech-Verbindungsanlage innerhalb eines Amtes. Die Anlagen sind in der Regel als Doppelleitungen ausgeführt, welche in den Ämtern entweder mit auf die Klappenschränke für Teilnehmerleitungen oder auf besondere Apparatsysteme wie Fernschränke, Vielfachumschalter für Vororts-Verbindungsleitungen u. s. w. geschaltet sind.

Bei der Fehlereingrenzung werden die Leitungen zunächst vom Klappenschrank oder Apparatsystem abgenommen, und durch Einschaltung eines Fernhörers und Mikrophons mit Induktor wird versucht, Verständigung mit dem nächsten Amte zu erzielen. Gelingt dies in vollkommener Weise, so liegt der Fehler im Klappenschrank oder Fernschrank u. s. w., andernfalls auf der Strecke von diesen Apparaten bis zur Einführung. Die weitere Eingrenzung erfolgt an der Hand der Schaltungsskizze mit Galvanoskop und Batterie von Klemme zu Klemme in bekannter Weise.

Die Auffindung des Fehlers wird bei der meist verwickelten Schaltung in der Regel längere Zeit erfordern; es empfiehlt sich deshalb bei Auftreten einer Störung innerhalb des Amtes, die betreffende Fernsprech-Verbindungsleitung unter Verwendung anderer Zuführungsleitungen auf ein betriebsfähiges Aushülfssystem zu schalten.

3. Störungen im Stadt-Fernsprechbetriebe.

Störungen auf der Leitung.

Störungen auf der Leitung. Bei gänzlicher Unterbrechung der Leitung oder bei vollständigem Erdschlusse — bei Doppelleitungen Erdschluss in beiden Leitungen — wird eine Sprechverständigung zwischen Teilnehmerstelle und Vermittelungsamt, ebenso ein Anruf der Sprechstelle oder des Vermittelungsamtes unmöglich. Ist dagegen die Unterbrechung unvollständig oder der Nebenschluss verhältnismässig gering, so wird unter Umständen zwar noch eine Sprechverständigung erzielt; sie ist aber mangelhaft. Auch sind die Weckrufe in diesem Falle nur wenig vernehmbar; auf dem Vermittelungsamt äussern sie sich zuweilen nur durch schwaches Vibrieren des Ankerhebels der Rufklappen, ohne dass letztere fallen.

Berührungen der Teilnehmerleitungen miteinander haben zur Folge, dass durch den Weckstrom des Amtes oder eines Teilnehmers auch die übrigen Wecker ansprechen und die Anrufklappen fallen, welche den mit in Berührung befindlichen Leitungen angehören.

In den Fernhörern sind fremde Gespräche mehr oder minder deutlich wahrnehmbar. Sind die beiden Drähte einer Doppelleitung in vollständiger

Berührung, so schliesst diese das Überkommen des Weckstroms und die Sprechverständigung aus.

Bei einfachen Leitungen kann, insbesondere in kleinen Sprechnetzen, eine Berührung sämtlicher Leitungen einer Vermittelungsanstalt dadurch eintreten, dass die allen Teilnehmerleitungen auf dem Vermittelungsamte gemeinsame Erdleitung unterbrochen ist oder zu hohen Widerstand hat.

Die Eingrenzung der Fehler erfolgt von dem Vermittelungsamt aus, indem die Leitung abschnittweise an den Stützpunkten isoliert oder mit Erde verbunden wird. Bei Doppelleitungen kann an Stelle der Erdverbindung die unmittelbare Verbindung der beiden Leitungszweige treten. Wesentlichen Nutzen bei Aufsuchung und Beseitigung der Störungen im Stadt-Fernsprechbetriebe leistet der den Leitungsaufsehern und sonstigen Störungssuchern überwiesene tragbare Induktionsapparat mit Fernhörer.

Störungen innerhalb der Sprechstellen.

Störungen innerhalb der Sprechstellen. Allgemeine Kennzeichen. Wie bei den Telegraphenanstalten für Fernsprechbetrieb hat man 4 Stromkreise zu unterscheiden.

Unter der Voraussetzung, dass die Blitzschutzvorrichtungen und Schmelzsicherungen in der Sprechstelle in Ordnung sind, erkennt man Fehler im Stromkreise für den abgehenden Weckstrom daran, dass der Weckstrom des Vermittelungsamts bei angehängtem Fernhörer den Wecker der Sprechstelle wohl in Thätigkeit setzt, und dass bei abgehängtem Fernhörer eine Sprechverständigung mit dem Amte möglich ist, dass aber das Amt von der Sprechstelle aus nicht angerufen werden kann. Die Störungsursache liegt zumeist im Induktor oder bei Batterieweckbetrieb in der Weckbatterie und Taste. Wenn z. B. die Schleifkontakte des Induktors nicht fest genug anliegen, so kann bei Drehung der Kurbel entweder kein Strom oder nur ein unterbrochener Strom in die Leitung geschickt werden. Unterbrechungen oder Nebenschlüsse in den Windungen des Magnetinduktors gehören zu den Seltenheiten. Bei Batterieweckbetrieb sind oft unsaubere Kontakte der Taste oder fehlerhafte Elemente die Störungsursache.

Fehler im Stromkreise für den ankommenden Weckstrom erkennt man daran, dass bei abgehängtem Fernhörer eine mündliche Verständigung möglich ist, bei angehängtem Fernhörer jedoch der Wecker nicht anspricht. Dagegen kann von der Teilnehmerstelle aus das Vermittelungsamt angerufen werden. Die Störungsursache liegt meist in den Elektromagnetumwindungen des Weckers oder in mangelhaften Kontakten am Hakenumschalter.

Fehler im Mikrophonstromkreis erkennt man daran, dass das Wecken ohne Störung vor sich geht und auch das Gespräch des Vermittelungsamtes bez. einer anderen Sprechstelle gut verstanden wird. Dagegen wird das von der Sprechstelle aus geführte Gespräch auf der anderen Seite schlecht oder gar nicht verstanden. Zuweilen treten auch im Fernhörer rauschende und pfeifende Geräusche auf. Die Störungsursache kann in mangelhaften Mikrophonelementen, in schadhaften oder locker gewordenen Verbindungsdrähten, in Beschädigungen der primären Mikrophonspule, in mangelhaften Kontakten des Hakenumschalters und endlich im Mikrophon selbst liegen.

Fehler im Hörstromkreise, welcher zum Teil mit den beiden Weckstromkreisen zusammenfällt, werden sowohl das Gespräch wie das Wecken beeinträchtigen. Die Ursache ist zumeist in mangelhaften Kontakten des Hakenumschalters, in einer Beschädigung der sekundären Mikrophonspule, in schad-

haften Schnüren des Fernhörers oder in schadhaften und locker gewordenen Verbindungsdrähten zu suchen.

Untersuchung einer Stadt-Fernsprechstelle.

Untersuchung einer Stadt-Fernsprechstelle (Endstelle mit Induktor für Doppelleitungen). Die Untersuchung hat zunächst mit einer örtlichen Besichtigung der Drahtleitungen und Apparatteile wie bei der Prüfung der Betriebsstellen in den Telegraphenleitungen zu Fernsprech-

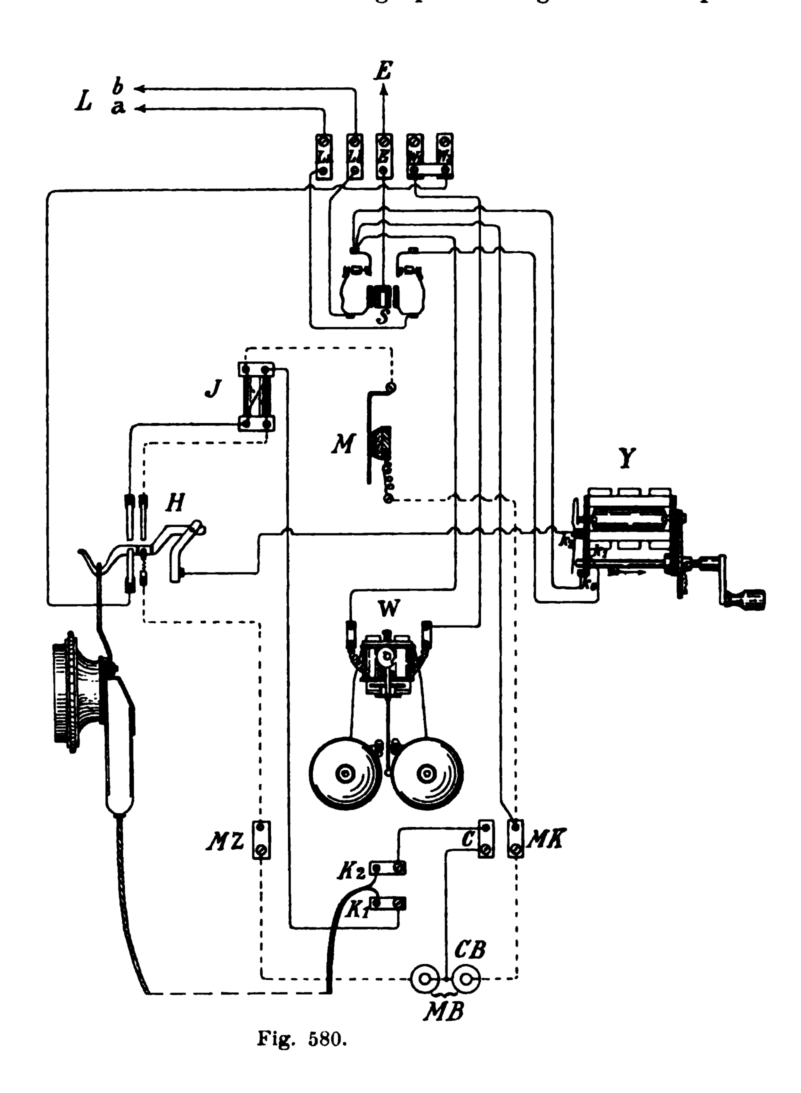


Fig. 580.

betrieb zu beginnen. Wird hierdurch die Störungsursache nicht ermittelt, so ist in eine Prüfung der einzelnen Stromwege einzutreten.

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom. — Die Leitungsklemmen *La* und *Lb* (Fig. 580) werden nach Abnahme der Aussenleitungen miteinander verbunden, bei der Klemme k_0 des Kurbelinduktors wird ein Fernhörer eingeschaltet. Werden beim Drehen der Induktorkurbel knackende Töne im Fernhörer vernehmbar, so ist dieser Stromkreis innerhalb des Amtes ohne Unterbrechungsfehler. Andernfalls erfolgt die weitere Eingrenzung der Fehlerlage durch Überbrückung. Bei Nebenschliessung wird

die Leitung an der Klemme k_1 des Induktors isoliert, die Klemme selbst mit Erde verbunden.

Spricht beim Drehen der Induktorkurbel der Fernsprecher an, so ist ein Nebenschluss innerhalb des Amtes vorhanden, welcher von k_0 ab dem Stromlaufe folgend durch Isolation von Klemme zu Klemme näher einzugrenzen ist.

2. Stromkreis für den ankommenden Weckstrom. — Die Leitungsklemmen *La* und *Lb* bleiben verbunden. An der Klemme k_0 des Kurbelinduktors wird der Zuführungsdraht nach dem Blitzableiter abgenommen und an dessen Stelle der bei k_2 abzunehmende Zuführungsdraht vom Induktor nach dem Hakenumschalter unter Einschaltung eines Fernhörers angelegt. Sprechen bei Drehung der Induktorkurbel Wecker und Fernhörer an, so ist der Stromkreis ohne Unterbrechungsfehler. Andernfalls erfolgt die weitere Eingrenzung mittelst des Fernhörers durch Überbrückung.

Bei Nebenschluss wird der an Klemme k_1 angelegte Draht isoliert und die Klemme selbst mit Erde verbunden. Die weitere Eingrenzung erfolgt durch Isolierung von Klemme zu Klemme; sobald der Fernhörer bei Drehung der Induktorkurbel anspricht, liegt der Fehler zwischen den beiden zuletzt gelösten Klemmen.

3. Mikrophonstromkreis und Hörstromkreis. — Die Leitungsklemmen *La* und *Lb* bleiben verbunden. Die Feststellung des Fehlers erfolgt auf dieselbe Weise wie für die gleichen Stromkreise in den Telegraphenanstalten mit Fernsprechbetrieb. Der von der Mikrophonklemme *MK* nach dem Kohlenblitzableiter führende Draht ist bei der Untersuchung von der Mikrophonklemme zu lösen und an die Klemme *C* zu legen; hierdurch wird das Kontrolelement ausgeschaltet.

Für Sprechstellen in Einzelleitungen und für Sprechstellen mit Batterieweckbetrieb lässt sich das zur Aufsuchung von Fehlern in Sprechstellen für Induktionsweckbetrieb in Doppelleitungen angegebene Verfahren sinngemäss zur Anwendung bringen.

Untersuchung der techn. Einrichtung der Fernsprech-Vermittelungsanstalten.

Untersuchung der technischen Einrichtung der Fernsprech-Vermittelungsanstalten. Durch Einschaltung eines Fernsprechsystems in die gestörte Leitung am Umschaltegestell oder, wo ein solches nicht vorhanden ist, am Spitzenblitzableiter wird festgestellt, ob die Störung diesseits oder jenseits des eingeschalteten Prüfungsapparats liegt. Sodann werden die Zuführungsleitungen am Umschaltegestelle bez. Blitzableiter nach dem Klappenschranke durch Hülfsdrähte oder als betriebsfähig bekannte Zuleitungen ersetzt. Verschwindet hierdurch der Fehler, so sind die schadhaften Zuführungsdrähte auszuwechseln. Andernfalls liegt der Fehler im Klappenschrank und ist hier durch Besichtigung der einzelnen Apparatteile, erforderlichen Falles auch durch elektrische Prüfung der Klappenelektromagnete und namentlich bei Vielfachsystemen auch der Stöpselklinken zu ermitteln. Die Prüfung hat an der Hand der Schaltungsskizzen und Stromläufe zu erfolgen, welche in jedem Vermittelungsamt aushängen müssen.

4. Störungen durch Starkströme.

Störungen werden verursacht:

1. durch unmittelbare Berührung von Starkstrom- und Schwachstromleitungen,

2. durch Stromübergang aus den Erdleitungen der Starkstromanlagen in die Erdleitungen der Schwachstromanlagen,

3. durch Induktion der Starkstromleitungen auf die Schwachstromleitungen.

Berührung.

1. Berührung. In die Schwachstromleitung geht an der Berührungsstelle ein Strom aus der Starkstromanlage über, der um so stärker ist, je geringer der Widerstand des Schwachstromkreises, je höher die Spannung in der Starkstromanlage und je geringer deren Isolationswiderstand gegen Erde ist, falls für sie die Erde nicht als Rückleitung benutzt wird.

Berührungen können eintreten, wenn die mechanischen Schutzmaassnahmen, wie Schutznetze, Schutzleisten und Drahtisolierungen u. s. w. an den Kreuzungs- und Näherungsstellen versagen. Bei Einwirkung starker Ströme können die feinen Umwindungen der Apparate und die übrigen dünnen Drahtleitungen eines Amtes in Brand geraten, wenn die eingeschalteten Schmelzsicherungen nicht rechtzeitig wirken oder nach der Zerstörung der Schmelzsicherung noch ein Flammenbogen bestehen bleibt.

Sobald Erwärmungen von Drähten und von Eisenteilen der Elektromagnete von Schreibapparaten, Anrufklappen und Weckern in einem Amte bemerkt werden, sind die betreffenden Leitungen sofort zu beiden Seiten der Berührungsstelle zu isolieren. Blanke stromführende Metallteile dürfen hierbei wegen der damit verbundenen Lebensgefahr nicht mit der Hand berührt werden. Kann die Berührung nicht ohne weiteres durch Abziehen des Schwachstromleitungsdrahts mittelst Fangleine oder Holzstange beseitigt werden, so ist das in Betracht kommende Elektrizitätswerk für die Dauer der Arbeiten um Unterbrechung des Stromes in dem in Berührung befindlichen Starkstromleiter zu ersuchen.

Stromübergänge.

2. Stromübergänge treten dann auf, wenn eine Starkstromanlage die Erde als Rückleitung benutzt oder wie bei den elektrischen Strassenbahnen, neben der Schienenrückleitung mitbenutzt, und die Schwachstromleitungen innerhalb des Starkstromgebiets zur Erde geführt sind. Diese Störungen äussern sich in Vibrationen der Elektromagnetanker der Schreibapparate, Wecker, Anrufklappen, sowie in Bewegungen der Galvanoskopnadeln und endlich in pfeifenden und sausenden Geräuschen in dem Fernhörer; sie treten namentlich auf, wenn die Stromstärke in der Starkstromleitung sich infolge anderweitiger Belastung plötzlich erheblich ändert, wie dies z. B. beim Anlaufen elektrischer Strassenbahnwagen der Fall ist.

Ernste Gefahr kann eintreten, wenn die Stromübergänge dadurch geschehen, dass in weitausgebreiteten unterirdischen Hochspannungsanlagen Erdschlüsse in den Starkstromkabeln entstehen. In diesem Falle sind die in die Schwachstromleitungen übergehenden Ströme so stark, dass sie nicht allein den ganzen Betrieb stören, sondern auch noch die Beamten, Apparate und Gebäude gefährden können. Bei derartigen Störungen müssen die Elektrizitätswerke sofort ersucht werden, die gestörten Starkstromleiter aus dem Leitungsnetz auszuschalten.

Den zuerst erwähnten geringfügigen Störungen wird meist durch Verlegung der Erdleitung der Schwachstromanlagen aus dem Starkstromgebiete heraus begegnet werden können.

Induktion.

3. Induktion. Sie tritt namentlich bei den in der Nähe von Starkstromanlagen verlaufenden oberirdischen Fernsprechleitungen als störendes Nebengeräusch auf. Die Stärke und Tonart der Geräusche wird bedingt

1. durch Grösse und Geschwindigkeit der Änderungen in der Spannung, Richtung und Stärke der Starkströme,

2. durch den Abstand der beiderseitigen Leitungen,

3. durch die Länge der Strecke, auf welcher die Leitungen nebeneinander verlaufen und durch den Winkel, den die Richtungen der beiderseitigen Leitungen bilden.

Die Höhe der Töne nimmt mit wachsender Schnelligkeit der Änderungen von Spannung und Stromstärke zu. Die Stärke der Töne wächst mit zunehmender Stärke des Stromes und Grösse der Spannungsunterschiede, sowie mit der Länge und Nähe des Nebeneinanderlaufs.

Mit Gleichstrom betriebene Starkstromanlagen werden zumeist nur dann störende Induktionswirkungen auf Schwachstromleitungen ausüben, wenn sie zum Betriebe von elektrischen Bahnen oder von Motoren für gewerbliche Zwecke dienen, oder wenn sie mit erheblichen Nebenschlüssen behaftet sind.

Starkstromanlagen mit Wechselstrombetrieb wirken besonders störend, weil sich die Ströme nicht nur fortwährend in ihrer Richtung, sondern auch in ihrer Stärke ändern.

Morse- und Hughesleitungen werden durch die Starkstrominduktion in der Regel nicht beeinflusst, weil die eingeschalteten Apparate weniger empfindlich sind als die Fernsprecher. Induktionsstörungen treten auch dann nicht auf, wenn die Schwachstromleitung oder die Starkstromleitung als Kabelanlage ausgeführt ist; die Metallhülle der Kabel schützt gegen die Induktion.

Die besten Mittel zur Verminderung der Induktionsstörungen sind:

1. Herstellung der Starkstromleitungen mit metallischer Rückleitung. Hin- und Rückleitung sind möglichst nahe nebeneinander zu führen und in kürzeren Entfernungen miteinander zu kreuzen;

2. die Fernsprechleitungen sind als vollständige Doppelleitungen, welche nach Erfordernis auch noch zu kreuzen sind, auszuführen, oder auf eine genügende Strecke an Stelle der Betriebserde mit einer Rückleitung zu versehen.

Für mehrere Sprechstellen kann auch eine gemeinsame Rückleitung aus stärkerem Drahte — meist 3 oder 4 mm starkem Bronzedrahte — benutzt werden. Soll die gemeinsame Rückleitung gut wirken, so muss sie tadellos isoliert sein und geringen Widerstand haben. Ist die Isolation auch nur an einer Stelle mangelhaft, so ist eine Abschwächung der Induktionsgeräusche in keiner an die Rückleitung angeschlossenen Sprechstellen mehr vorhanden. Die gesamte technische Einrichtung dieser Sprechstellen muss daher zur Vermeidung versteckter Fehler durch Bleirohrkabel oder Gummidraht hergestellt werden.

Ist der Widerstand der gemeinsamen Rückleitung zu gross, so tritt Mitsprechen ein. An gemeinsame Rückleitungen sollen nicht mehr als 20 Sprechstellen angeschlossen werden.

5. Störungen durch gegenseitige Induktion.

Induktion zwischen elektrischen Leitungen. Nach den Gesetzen der Induktion wirkt eine Telegraphen- oder Fernsprechleitung auf alle andern parallel zu ihr an demselben Gestänge oder in demselben Kabel geführten Leitungen induzierend ein. Dabei unterscheidet man zwischen elektromagnetischer und elektrostatischer Induktion. Erstere wird durch Änderung der Stromstärke in der induzierenden Leitung bedingt (elektroelektrische oder elektrodynamische Induktion), letztere durch Änderung der elektrischen Ladung in der induzierenden Leitung, sie ist also eigentlich eine Influenzwirkung. Je grösser die Änderung des primären Stromes ist, und je schneller sie vor sich geht, desto stärker ist die induktorische Einwirkung, und um so empfindlicher kann sie stören.

An den Telegraphenapparaten ist die Induktion aus Nachbarleitungen gewöhnlich nicht wahrnehmbar, höchstens macht sie sich beim Hughesgegensprechen und beim Rekorderbetrieb in langen Kabeln störend bemerklich. Schaltet man dagegen in eine Telegraphenleitung einen Fernhörer ein, so sind die in den benachbarten Leitungen gegebenen Morse- und Hugheszeichen deutlich zu erkennen, und zwar oft so stark, dass eine Verständigung mit Fernsprechapparaten kaum möglich ist. Aus diesem Grunde werden Fernsprechleitungen möglichst getrennt von den Telegraphenleitungen an besonderem Gestänge geführt. Bei der grossen Empfindlichkeit des Fernhörers üben indes die Fernsprechleitungen auch aufeinander störende Induktionswirkungen aus, wenn sie auf längere Strecken nebeneinander verlaufen. Man kann dann auf der einen Leitung mehr oder minder gut verstehen, was auf den anderen Leitungen gesprochen wird; es findet in jeder Leitung ein „Mitsprechen“ mit den übrigen Leitungen statt. Bei nicht zu langen Fernsprech-Anschlussleitungen tritt diese Erscheinung weniger hervor, zumal wenn die Leitungen in grösserer Anzahl nebeneinander geführt sind; dann induziert nämlich die Leitung, in der gesprochen wird, in allen übrigen Drähten Ströme, und diese induzieren wieder Ströme dritter Ordnung von entgegengesetzter Richtung wie die sekundären, wodurch letztere abgeschwächt werden. Auf Fernsprech-Verbindungsanlagen und in Kabeln tritt jedoch die gegenseitige störende Beeinflussung der Leitungen so stark auf, dass zu ihrer Beseitigung oder Abschwächung besondere Vorkehrungen erforderlich sind.

Die EMK des Induktionsstroms, den der Strom einer Leitung in einer Nachbarleitung induziert, hängt ab

1. von der Geschwindigkeit der Stärkeänderung des primären Stromes,
2. von dem Koeffizienten M der gegenseitigen Induktion zwischen beiden Leitungen.

In Volt ausgedrückt, ist die EMK gleich dem Produkt dieser beiden Faktoren. Der Koeffizient der gegenseitigen Induktion bezeichnet diejenige EMK, welche in der sekundären Leitung induziert wird, wenn der primäre Strom in 1 Sekunde um 1 Ampere zu- oder abnimmt; wird bei dieser Stromänderung gerade eine EMK von 1 Volt induziert, so ist der Induktionskoeffizient $M = 1$ Henry (oder 1 Quadrant). Für zwei parallele Drähte von der Länge 1 und dem gegenseitigen Abstande d ist der Koeffizient $M = -2l\ (\log \text{nat} \frac{2l}{d} - 1)$. Ist die Länge l in km, der Ab-

stand d in cm gegeben, so dient zur bequemeren Berechnung die Formel

$$M = 0{,}0024 + 0{,}00046 \log \frac{l}{d} \text{ Henry.}$$

Durchschnittlich gleiche Beschaffenheit der Sprechströme vorausgesetzt, hängt die induzierte EMK und damit die induzierte Stromstärke wesentlich ab von der Entfernung, auf die beide Leitungen nebeneinander laufen, und von dem Abstande zwischen beiden. Das Mitsprechen ist um so schwächer, je weiter beide Drähte auseinander liegen; jedoch nimmt bei Vergrösserung des Abstandes die Abschwächung nur langsam zu.

Beseitigung von Induktionsstörungen. Zur Fernhaltung störender Induktion (und der Geräusche, welche durch fremde, über die Erdplatten eindringende Ströme verursacht werden) betreibt man Fernsprech-Verbindungsleitungen unter Ausschluss der Erde als Doppelleitungen. Zwei an einem Gestänge geführte Doppelleitungen üben keine Induktion aufeinander aus, wenn sie die in Fig. 581 im Querschnitt gezeichnete Lage am Gestänge haben. Die 4 Drähte bilden dabei die Eckpunkte eines Rhombus, und es sind je die gegenüberliegenden Drähte zu Schleifen verbunden. Die Ebenen der beiden Schleifen stehen senkrecht aufeinander, die Drähte der Schleife I haben von den Drähten der Schleife II überall gleichen Abstand. Im Drahte a hat der Strom stets die umgekehrte Richtung wie im Drahte b jeder Schleife. Infolgedessen wirken die Drähte a und b der einen Schleife genau gleich stark, aber in entgegengesetztem Sinne induzierend auf jeden Draht der andern Schleife; es kann daher in der andern Schleife kein Induktionsstrom zu Stande kommen.

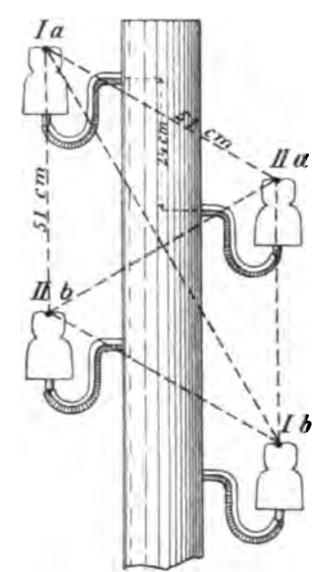


Fig. 581.

Sind mehr als 2 Schleifen an einem Gestänge zu befestigen, so werden sie auf Doppelwinkelstützen oder Querträgern so gruppiert, dass die beiden Drähte jeder Schleife mit 20 cm Abstand wagerecht nebeneinander laufen und jede Schleife von der nächsten durch 50 cm senkrechten Abstand getrennt ist. Dabei sind beide Drähte der Schleife I von einem Drahte der Schleife II nahezu gleichweit entfernt; der Unterschied beträgt z. B. bei zwei auf derselben Stangenseite angebrachten, 100 cm voneinander abstehenden Schleifen nur $\sqrt{100^2 + 20^2} - 100 = 2$ cm. Die Induktionswirkungen der beiden Drähte einer Schleife auf irgend einem andern Schleifendraht heben sich demnach zwar nicht völlig auf, der übrig bleibende Rest ist aber so gering, dass er keinen störenden Einfluss mehr auszuüben vermag. Ähnlich verhält es sich bei Verwendung der neuerdings eingeführten J-Stützen und Querträger mit zwei geraden und zwei U-Stützen.

Ein anderes Mittel zur Beseitigung der Induktionsstörungen besteht in der Anbringung von Kreuzungen in den Schleifen derart, dass beide Drähte an bestimmten Stangen die Plätze wechseln. Dadurch lässt sich erreichen, dass jeder der beiden Drähte von dem störenden Leitungsdraht im Durchschnitte gleich weit entfernt ist. Es werden dann in beiden Drähten genau gleiche elektromotorische Kräfte induziert, die sich aufheben. Fig. 582 zeigt

das Schema, nach welchem 4 an einem Gestänge neben- oder übereinander liegende Schleifen zu kreuzen sind. Schleife I ist nicht gekreuzt, Schleife II enthält eine Kreuzung in der Mitte, Schleife III hat zwei Kreuzungen bei $^1/_4$ und $^3/_4$ ihrer Länge, Schleife IV vier Kreuzungen bei $^1/_8$, $^3/_8$, $^5/_8$ und $^7/_8$ ihrer Länge. Von diesem Mittel wird namentlich auch dann mit Vorteil Gebrauch gemacht, wenn am Gestänge an Stelle der Schleife I eine eindrähtige Leitung, z. B. eine Morseleitung vorhanden ist. Mit Rücksicht auf die bei nasser Witterung auftretenden Isolationsfehler empfiehlt es sich, recht viele Kreuzungen, etwa in Abständen von 3 km, herzustellen.

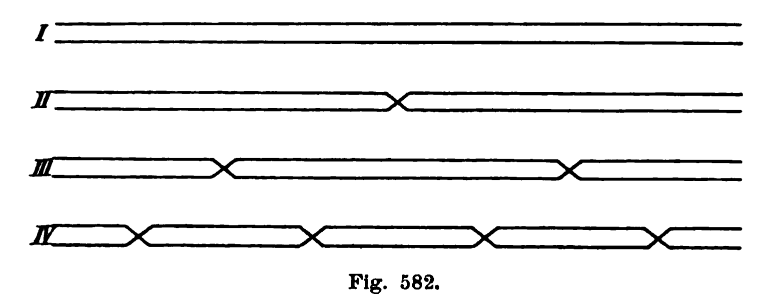


Fig. 582.

Fernsprechkabel, in denen die einzelnen Adern sehr nahe beieinander liegen, müssen schon bei kurzen Längen Induktionsschutz erhalten. Zu dem Zwecke wird in einzeldrähtigen Kabeln jede Ader mit einer Stanniolhülle umkleidet. Letztere steht durch mitverseilte blanke Kupferdrähte mit der Erde in Verbindung und wirkt als elektrischer Schirm; die Induktions- und Ladungsströme verlaufen in ihr und fliessen zur Erde ab. In doppeldrähtigen Kabeln sind je zwei zu einer Schleife gehörige Adern spiralig umeinander gewunden; beide Drähte haben infolgedessen im Durchschnitte genau dieselbe Lage zu irgend einem anderen Drahte im Kabel und beeinflussen daher jeden anderen Draht gleich stark, aber in entgegengesetztem Sinne. Solche Kabel sind deshalb völlig induktionsfrei.

Anhang.

Gesetze und Verordnungen über das Telegraphen- und Fernsprechwesen.

I. Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reichs,

vom 6. April 1892.

§ 1.

Das Recht, Telegraphenanlagen für die Vermittelung von Nachrichten zu errichten und zu betreiben, steht ausschliesslich dem Reiche zu. Unter Telegraphenanlagen sind die Fernsprechanlagen mitbegriffen.

§ 2.

Die Ausübung des im § 1 bezeichneten Rechtes kann für einzelne Strecken oder Bezirke an Privatunternehmer und muss an Gemeinden für den Verkehr innerhalb des Gemeindebezirkes verliehen werden, wenn die nachsuchende Gemeinde die genügende Sicherheit für einen ordnungsmässigen Betrieb bietet und das Reich eine solche Anlage weder errichtet hat, noch sich zur Errichtung und zum Betrieb einer solchen bereit erklärt.

Die Verleihung erfolgt durch den Reichskanzler oder die von ihm hierzu ermächtigten Behörden.

Die Bedingungen der Verleihung sind in der Verleihungsurkunde festzustellen.

§ 3.

Ohne Genehmigung des Reichs können errichtet und betrieben werden:

1. Telegraphenanlagen, welche ausschliesslich dem inneren Dienste von Landes- und Kommunalbehörden, Deichkorporationen, Siel- und Entwässerungsverbänden gewidmet sind;
2. Telegraphenanlagen, welche von Transportanstalten auf ihren Linien ausschliesslich zu Zwecken ihres Betriebs oder für die Vermittelung von Nachrichten innerhalb der bisherigen Grenzen benutzt werden;
3. Telegraphenanlagen
   a) innerhalb der Grenzen eines Grundstücks,
   b) zwischen mehreren einem Besitzer gehörigen oder zu einem Betriebe vereinigten Grundstücken, deren keines von dem anderen über 25 Kilometer in der Luftlinie entfernt ist, wenn diese Anlagen ausschliesslich für den der Benutzung der Grundstücke entsprechenden unentgeltlichen Verkehr bestimmt sind.

man im abgehängten Fernhörer die durch Bewegung der Mikrophonmembran oder ihres Schutznetzes mit dem Finger verursachten Geräusche wahrnehmen, falls der Hörstromkreis ohne Unterbrechungsfehler ist. Andernfalls ist die Unterbrechungsstelle, oder aber die Nebenschliessung in der unter 3 angegebenen Weise einzugrenzen. Galvanoskop oder Fernhörer und Batterie sind hierbei an der Einführungsklemme, von welcher aus dem Stromlaufe folgend die Isolation oder Überbrückung von Klemme zu Klemme zu geschehen hat, in die Zimmerleitung einzuschalten.

Bei Untersuchung einer Trennstelle wird im Umschalter Trennstellung genommen und die Prüfung für jeden Leitungszweig nach Maassgabe der für Endstellen gegebenen Anleitung ausgeführt.

Fernsprech-Verbindungsanlage.

Untersuchung einer Fernsprech-Verbindungsanlage innerhalb eines Amtes. Die Anlagen sind in der Regel als Doppelleitungen ausgeführt, welche in den Ämtern entweder mit auf die Klappenschränke für Teilnehmerleitungen oder auf besondere Apparatsysteme wie Fernschränke, Vielfachumschalter für Vororts-Verbindungsleitungen u. s. w. geschaltet sind.

Bei der Fehlereingrenzung werden die Leitungen zunächst vom Klappenschrank oder Apparatsystem abgenommen, und durch Einschaltung eines Fernhörers und Mikrophons mit Induktor wird versucht, Verständigung mit dem nächsten Amte zu erzielen. Gelingt dies in vollkommener Weise, so liegt der Fehler im Klappenschrank oder Fernschrank u. s. w., andernfalls auf der Strecke von diesen Apparaten bis zur Einführung. Die weitere Eingrenzung erfolgt an der Hand der Schaltungsskizze mit Galvanoskop und Batterie von Klemme zu Klemme in bekannter Weise.

Die Auffindung des Fehlers wird bei der meist verwickelten Schaltung in der Regel längere Zeit erfordern; es empfiehlt sich deshalb bei Auftreten einer Störung innerhalb des Amtes, die betreffende Fernsprech-Verbindungsleitung unter Verwendung anderer Zuführungsleitungen auf ein betriebsfähiges Aushülfssystem zu schalten.

3. Störungen im Stadt-Fernsprechbetriebe.

Störungen auf der Leitung.

Störungen auf der Leitung. Bei gänzlicher Unterbrechung der Leitung oder bei vollständigem Erdschlusse — bei Doppelleitungen Erdschluss in beiden Leitungen — wird eine Sprechverständigung zwischen Teilnehmerstelle und Vermittelungsamt, ebenso ein Anruf der Sprechstelle oder des Vermittelungsamtes unmöglich. Ist dagegen die Unterbrechung unvollständig oder der Nebenschluss verhältnismässig gering, so wird unter Umständen zwar noch eine Sprechverständigung erzielt; sie ist aber mangelhaft. Auch sind die Weckrufe in diesem Falle nur wenig vernehmbar; auf dem Vermittelungsamt äussern sie sich zuweilen nur durch schwaches Vibrieren des Ankerhebels der Rufklappen, ohne dass letztere fallen.

Berührungen der Teilnehmerleitungen miteinander haben zur Folge, dass durch den Weckstrom des Amtes oder eines Teilnehmers auch die übrigen Wecker ansprechen und die Anrufklappen fallen, welche den mit in Berührung befindlichen Leitungen angehören.

In den Fernhörern sind fremde Gespräche mehr oder minder deutlich wahrnehmbar. Sind die beiden Drähte einer Doppelleitung in vollständiger

Berührung, so schliesst diese das Überkommen des Weckstroms und die Sprechverständigung aus.

Bei einfachen Leitungen kann, insbesondere in kleinen Sprechnetzen, eine Berührung sämtlicher Leitungen einer Vermittelungsanstalt dadurch eintreten, dass die allen Teilnehmerleitungen auf dem Vermittelungsamte gemeinsame Erdleitung unterbrochen ist oder zu hohen Widerstand hat.

Die Eingrenzung der Fehler erfolgt von dem Vermittelungsamt aus, indem die Leitung abschnittweise an den Stützpunkten isoliert oder mit Erde verbunden wird. Bei Doppelleitungen kann an Stelle der Erdverbindung die unmittelbare Verbindung der beiden Leitungszweige treten. Wesentlichen Nutzen bei Aufsuchung und Beseitigung der Störungen im Stadt-Fernsprechbetriebe leistet der den Leitungsaufsehern und sonstigen Störungssuchern überwiesene tragbare Induktionsapparat mit Fernhörer.

Störungen innerhalb der Sprechstellen.

Störungen innerhalb der Sprechstellen. Allgemeine Kennzeichen. Wie bei den Telegraphenanstalten für Fernsprechbetrieb hat man 4 Stromkreise zu unterscheiden.

Unter der Voraussetzung, dass die Blitzschutzvorrichtungen und Schmelzsicherungen in der Sprechstelle in Ordnung sind, erkennt man Fehler im Stromkreise für den abgehenden Weckstrom daran, dass der Weckstrom des Vermittelungsamts bei angehängtem Fernhörer den Wecker der Sprechstelle wohl in Thätigkeit setzt, und dass bei abgehängtem Fernhörer eine Sprechverständigung mit dem Amte möglich ist, dass aber das Amt von der Sprechstelle aus nicht angerufen werden kann. Die Störungsursache liegt zumeist im Induktor oder bei Batterieweckbetrieb in der Weckbatterie und Taste. Wenn z. B. die Schleifkontakte des Induktors nicht fest genug anliegen, so kann bei Drehung der Kurbel entweder kein Strom oder nur ein unterbrochener Strom in die Leitung geschickt werden. Unterbrechungen oder Nebenschlüsse in den Windungen des Magnetinduktors gehören zu den Seltenheiten. Bei Batterieweckbetrieb sind oft unsaubere Kontakte der Taste oder fehlerhafte Elemente die Störungsursache.

Fehler im Stromkreise für den ankommenden Weckstrom erkennt man daran, dass bei abgehängtem Fernhörer eine mündliche Verständigung möglich ist, bei angehängtem Fernhörer jedoch der Wecker nicht anspricht. Dagegen kann von der Teilnehmerstelle aus das Vermittelungsamt angerufen werden. Die Störungsursache liegt meist in den Elektromagnetumwindungen des Weckers oder in mangelhaften Kontakten am Hakenumschalter.

Fehler im Mikrophonstromkreis erkennt man daran, dass das Wecken ohne Störung vor sich geht und auch das Gespräch des Vermittelungsamtes bez. einer anderen Sprechstelle gut verstanden wird. Dagegen wird das von der Sprechstelle aus geführte Gespräch auf der anderen Seite schlecht oder gar nicht verstanden. Zuweilen treten auch im Fernhörer rauschende und pfeifende Geräusche auf. Die Störungsursache kann in mangelhaften Mikrophonelementen, in schadhaften oder locker gewordenen Verbindungsdrähten, in Beschädigungen der primären Mikrophonspule, in mangelhaften Kontakten des Hakenumschalters und endlich im Mikrophon selbst liegen.

Fehler im Hörstromkreise, welcher zum Teil mit den beiden Weckstromkreisen zusammenfällt, werden sowohl das Gespräch wie das Wecken beeinträchtigen. Die Ursache ist zumeist in mangelhaften Kontakten des Hakenumschalters, in einer Beschädigung der sekundären Mikrophonspule, in schad-

haften Schnüren des Fernhörers oder in schadhaften und locker gewordenen Verbindungsdrähten zu suchen.

Unter-suchung einer Stadt-Fernsprech-stelle.

Untersuchung einer Stadt-Fernsprechstelle (Endstelle mit Induktor für Doppelleitungen). Die Untersuchung hat zunächst mit einer örtlichen Besichtigung der Drahtleitungen und Apparatteile wie bei der Prüfung der Betriebsstellen in den Telegraphenleitungen zu Fernsprech-

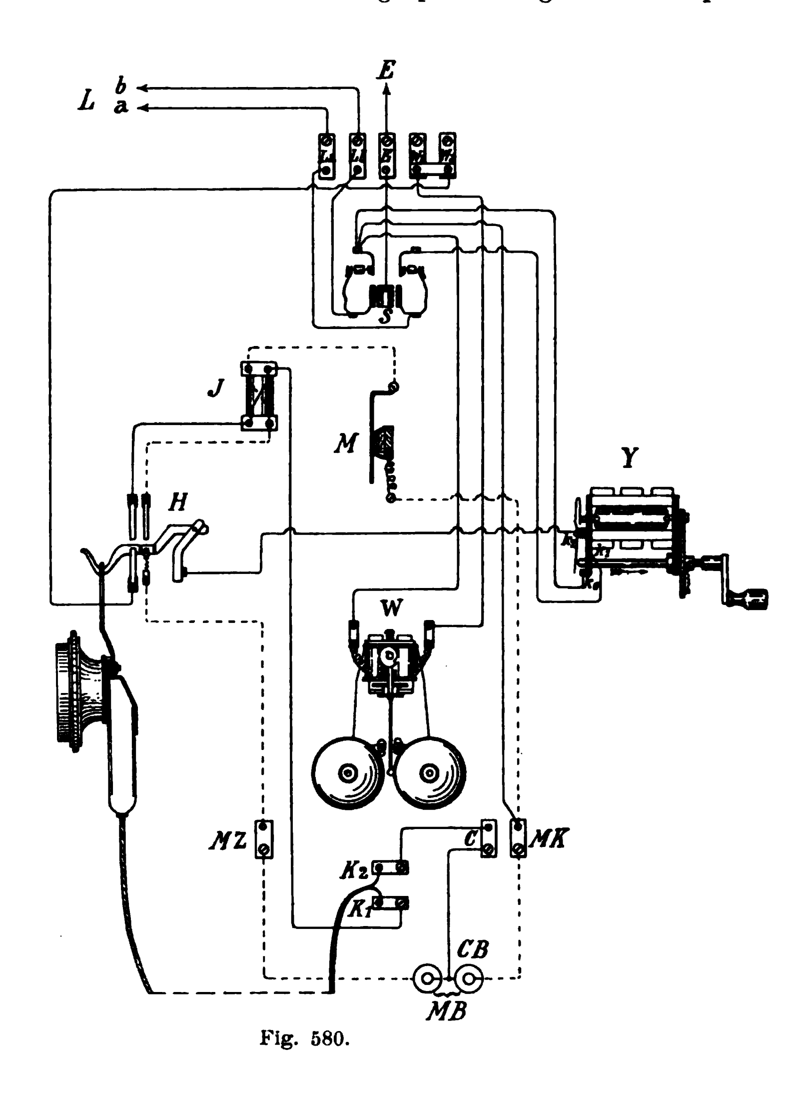


Fig. 580.

betrieb zu beginnen. Wird hierdurch die Störungsursache nicht ermittelt, so ist in eine Prüfung der einzelnen Stromwege einzutreten.

1. Stromkreis für den abgehenden Weckstrom. — Die Leitungsklemmen *La* und *Lb* (Fig. 580) werden nach Abnahme der Aussenleitungen miteinander verbunden, bei der Klemme k_0 des Kurbelinduktors wird ein Fernhörer eingeschaltet. Werden beim Drehen der Induktorkurbel knackende Töne im Fernhörer vernehmbar, so ist dieser Stromkreis innerhalb des Amtes ohne Unterbrechungsfehler. Andernfalls erfolgt die weitere Eingrenzung der Fehlerlage durch Überbrückung. Bei Nebenschliessung wird

Auf spätere Änderungen vorhandener besonderer Anlagen finden die Vorschriften der Absätze 1 bis 5 entsprechende Anwendung.

§ 7.

Vor der Benutzung eines Verkehrswegs zur Ausführung neuer Telegraphenlinien oder wesentlicher Änderungen vorhandener Telegraphenlinien hat die Telegraphenverwaltung einen Plan aufzustellen. Der Plan soll die in Aussicht genommene Richtungslinie, den Raum, welcher für die oberirdischen oder unterirdischen Leitungen in Anspruch genommen wird, bei oberirdischen Linien auch die Entfernung der Stangen voneinander und deren Höhe, soweit dies möglich ist, angeben.

Der Plan ist, sofern die Unterhaltungspflicht an dem Verkehrsweg einem Bundesstaat, einem Kommunalverband oder einer anderen Körperschaft des öffentlichen Rechtes obliegt, dem Unterhaltungspflichtigen, anderenfalls der unteren Verwaltungsbehörde mitzuteilen; diese hat, soweit thunlich, die Unterhaltungspflichtigen von dem Eingange des Planes zu benachrichtigen. Der Plan ist in allen Fällen, in denen die Verlegung oder Veränderung einer der im § 5 bezeichneten Anlagen verlangt wird oder die Störung einer solchen Anlage zu erwarten ist, dem Unternehmer der Anlage mitzuteilen.

Ausserdem ist der Plan bei den Post- oder Telegraphenämtern, soweit die Telegraphenlinie deren Bezirke berührt, auf die Dauer von vier Wochen öffentlich auszulegen. Die Zeit der Auslegung soll mindestens in einer der Zeitungen, welche im betreffenden Bezirke zu den Veröffentlichungen der unteren Verwaltungsbehörden dienen, bekannt gemacht werden. Die Auslegung kann unterbleiben, soweit es sich lediglich um die Führung von Telegraphenlinien durch den Luftraum über den Verkehrswegen handelt.

§ 8.

Die Telegraphenverwaltung ist zur Ausführung des Planes befugt, wenn nicht gegen diesen von den Beteiligten binnen vier Wochen bei der Behörde, welche den Plan ausgelegt hat, Einspruch erhoben wird.

Die Einspruchsfrist beginnt für diejenigen, denen der Plan gemäss den Vorschriften des § 7 Absatz 2 mitgeteilt ist, mit der Zustellung, für andere Beteiligte mit der öffentlichen Auslegung.

Der Einspruch kann nur darauf gestützt werden, dass der Plan eine Verletzung der Vorschriften der §§ 1 bis 5 dieses Gesetzes oder der auf Grund des § 18 erlassenen Anordnungen enthält.

Über den Einspruch entscheidet die höhere Verwaltungsbehörde. Gegen die Entscheidung findet, sofern die höhere Verwaltungsbehörde nicht zugleich Landes-Centralbehörde ist, binnen einer Frist von zwei Wochen nach der Zustellung die Beschwerde an die Landes-Centralbehörde statt. Die Landes-Centralbehörde hat in allen Fällen vor der Entscheidung die Central-Telegraphenbehörde zu hören. Auf Antrag der Telegraphenverwaltung kann die Entscheidung der höheren Verwaltungsbehörde für vorläufig vollstreckbar erklärt werden. Wird eine für vorläufig vollstreckbar erklärte Entscheidung aufgehoben oder abgeändert, so ist die Telegraphenverwaltung zum Ersatze des Schadens verpflichtet, der dem Gegner durch die Ausführung der Telegraphenlinie enstanden ist.

§ 9.

Auf Verlangen einer Landes-Centralbehörde ist den von ihr bezeichneten öffentlichen Behörden Kenntnis von dem Plane durch Mitteilung einer Abschrift zu geben.

§ 10.

Wird ohne wesentliche Änderung vorhandener Telegraphenlinien die Überschreitung des in dem ursprünglichen Plane für die Leitungen in Anspruch genommenen Raumes beabsichtigt und ist davon eine weitere Beeinträchtigung der Baumpflanzungen durch Ausästungen zu befürchten, so ist den Eigentümern der Baumpflanzungen vor der Ausführung Gelegenheit zur Wahrnehmung ihrer Interessen zu geben.

§ 11.*)

Die Reichs-Telegraphenverwaltung kann die Strassenbau- und Polizeibeamten mit der Beaufsichtigung und vorläufigen Wiederherstellung der Telegraphenleitungen nach

*) Gilt nicht für Bayern und Württemberg.

näherer Anweisung der Landes-Centralbehörde beauftragen; sie hat dafür den Beamten im Einvernehmen mit der ihnen vorgesetzten Behörde eine besondere Vergütung zu zahlen.

§ 12.

Die Telegraphenverwaltung ist befugt, Telegraphenlinien durch den Luftraum über Grundstücken, die nicht Verkehrswege im Sinne dieses Gesetzes sind, zu führen, soweit nicht dadurch die Benutzung des Grundstücks nach den zur Zeit der Herstellung der Anlage bestehenden Verhältnissen wesentlich beeinträchtigt wird. Tritt später eine solche Beeinträchtigung ein, so hat die Telegraphenverwaltung auf ihre Kosten die Leitungen zu beseitigen.

Beeinträchtigungen in der Benutzung eines Grundstücks, welche ihrer Natur nach lediglich vorübergehend sind, stehen der Führung der Telegraphenlinien durch den Luftraum nicht entgegen, doch ist der entstehende Schaden zu ersetzen. Ebenso ist für Beschädigungen des Grundstücks und seines Zubehörs, die infolge der Führung der Telegraphenlinien durch den Luftraum eintreten, Ersatz zu leisten.

Die Beamten und Beauftragten der Telegraphenverwaltung, welche sich als solche ausweisen, sind befugt, zur Vornahme notwendiger Arbeiten an Telegraphenlinien, insbesondere zur Verhütung und Beseitigung von Störungen, die Grundstücke nebst den darauf befindlichen Baulichkeiten und deren Dächern mit Ausnahme der abgeschlossenen Wohnräume während der Tagesstunden nach vorheriger schriftlicher Ankündigung zu betreten. Der dadurch entstehende Schaden ist zu ersetzen.

§ 13.

Die auf den Vorschriften dieses Gesetzes beruhenden Ersatzansprüche verjähren in zwei Jahren. Die Verjährung beginnt mit dem Schlusse des Jahres, in welchem der Anspruch entsanden ist.

Ersatzansprüche aus den §§ 2, 4, 5 und 6 sind bei der von der Landes-Centralbehörde bestimmten Verwaltungsbehörde geltend zu machen. Diese setzt die Entschädigung vorläufig fest.

Gegen die Entscheidung der Verwaltungsbehörde steht binnen einer Frist von einem Monate nach der Zustellung des Bescheids die gerichtliche Klage zu.

Für alle anderen Ansprüche steht der Rechtsweg sofort offen.

§ 14.

Die Bestimmung darüber, welche Behörden in jedem Bundesstaat untere und höhere Verwaltungsbehörden im Sinne dieses Gesetzes sind, steht der Landes-Centralbehörde zu.

§ 15.

Die bestehenden Vorschriften und Vereinbarungen über die Rechte der Telegraphenverwaltung zur Benutzung des Eisenbahngeländes werden durch dieses Gesetz nicht berührt.

§ 16.

Telegraphenverwaltung im Sinne dieses Gesetzes ist die Reichs-Telegraphenverwaltung, die Königlich bayerische und die Königlich württembergische Telegraphenverwaltung.

§ 17.

Die Vorschriften dieses Gesetzes finden auf Telegraphenlinien, welche die Militärverwaltung oder die Marineverwaltung für ihre Zwecke herstellen lässt, entsprechende Anwendung.

§ 18.

Unter Zustimmung des Bundesrats kann der Reichskanzler Anordnungen treffen:

1. über das Maass der Ausästungen;
2. darüber, welche Änderungen der Telegraphenlinien im Sinne des § 7 Absatz 1 als wesentlich anzusehen sind;
3. über die Anforderungen, welche an den Plan auf Grund des § 7 Absatz 1 im einzelnen zu stellen sind;
4. über die unter Zuziehung der Beteiligten vorzunehmenden Ortsbesichtigungen und über die dabei entstehenden Kosten;
5. über das Einspruchsverfahren und die dabei entstehenden Kosten;

6. über die Höhe der den Strassenbau- und Polizeibeamten zu gewährenden Vergütungen für die im Interesse der Reichs-Telegraphenverwaltung geforderten Dienstleistungen.

§ 19.

Dieses Gesetz tritt am 1. Januar 1900 in Kraft.

Auf die vorhandenen, zu öffentlichen Zwecken dienenden Linien der Telegraphenverwaltung (§§ 16 und 17) findet dieses Gesetz Anwendung, soweit nicht entgegenstehende besondere Vereinbarungen getroffen sind.

3. Ausführungsbestimmungen zum Telegraphen-Wegegesetze,

vom 26. Januar 1900.

Auf Grund des § 18 des Telegraphen-Wegegesetzes vom 18. Dezember 1899 wird nach Zustimmung des Bundesrats folgendes angeordnet:

1. Die Ausästungen sind in dem Maasse zu bewirken, dass die Baumpflanzungen mindestens 60 cm nach allen Richtungen von den Leitungen entfernt sind; Ausästungen über die Entfernung von 1 m im Umkreise der Leitungen können nicht verlangt werden. Innerhalb dieser Grenzen sind die Ausästungen soweit vorzunehmen, als zur Sicherung des Telegraphenbetriebs erforderlich ist.
2. Wesentliche Änderungen der Telegraphenlinien im Sinne des § 7 Absatz 1 sind:
   A. bei oberirdischen Linien, für deren Stützpunkte die Verkehrswege benutzt werden,
      die Umwandlung einer Linie mit einfachen Gestängen in eine solche mit Doppelgestängen,
      die erstmalige Ausrüstung des Gestänges mit Querträgern, wenn diese weiter als 60 cm von der Stange seitlich ausladen,
      die Änderung der Richtungslinie, insbesondere die Umlegung der Linie von der einen auf die andere Seite des Verkehrswegs;
   B. bei oberirdischen Linien, welche die Verkehrswege nur im Luftraum überschreiten,
      die Änderung der Richtungslinie.
      Beschränken sich die unter A und B bezeichneten Änderungen auf einzelne Stützpunkte, so sind sie als wesentliche nicht anzusehen;
   C. bei unterirdischen Linien
      die Vermehrung, Vergrösserung oder Umlegung der zur Aufnahme der Kabel dienenden Kanäle,
      die Vermehrung oder Umlegung der unmittelbar in den Erdboden eingebetteten Kabel.
      Umlegungen auf kurzen Strecken, welche mit Zustimmung des Wegeunterhaltungspflichtigen sowie der Unternehmer der von der Umlegung betroffenen besonderen Anlagen geschehen, sind als wesentliche Änderungen nicht anzusehen.
3. Der nach § 7 Absatz 1 aufzustellende Plan soll im einzelnen folgenden Anforderungen entsprechen:

   Er soll eine Wegezeichnung im Maassstabe von mindestens 1:50000 enthalten, in welche die Richtung der Telegraphenlinie eingetragen ist, und aus der sich erkennen lässt, welcher Teil des Verkehrswegs benutzt werden soll. Ferner sind in dem Plane anzugeben:
   A. bei oberirdischen Linien, für deren Stützpunkte die Verkehrswege benutzt werden,
      der mittlere Stangenabstand,
      die für die Linie oder für deren einzelne Teile in Aussicht genommenen Stangenlängen,

das Stangenbild,

bei Kreuzungen der Wege die Mindesthöhe des unteren Drahtes über der Oberfläche des Verkehrswegs, im übrigen die Mindesthöhe des untersten Drahtes über dem Fusspunkte der Stange;

B. bei oberirdischen Linien, welche die Verkehrswege nur im Luftraum überschreiten,

die Bezeichnung der beiden seitlichen Stützpunkte,

deren Stangenbild,

die Mindesthöhe des untersten Drahtes über der Oberfläche des Verkehrswegs;

C. bei unterirdischen Linien

die Tiefe des Kabellagers unter der Oberfläche des Verkehrswegs, die Art und Grösse der zur Einbettung der Kabel etwa herzustellenden Kanäle.

Wird die Umlegung oder Veränderung vorhandener oder solcher in der Vorbereitung befindlicher besonderer Anlagen verlangt, deren Herstellung im öffentlichen Interesse liegt, so ist in dem Plane darauf hinzuweisen.

Die Behörde, welche den Plan auslegt, hat ihn mit ihrer Unterschrift zu versehen. Die Post- oder Telegraphenämter, bei welchen der Plan ausgelegt wird, haben den ersten Tag der Auslegung auf dem Plane zu vermerken.

4. Die Telegraphenverwaltung hat vor der Feststellung des Planes auf Verlangen eines der Beteiligten, welchen nach § 7 Absatz 2 der Plan besonders mitzuteilen ist, bei einer Ortsbesichtigung mitzuwirken. Die Kosten der Ortsbesichtigung trägt die Telegraphenverwaltung.

Den Beteiligten wird für ihr Erscheinen oder für ihre Vertretung vor der Behörde eine Entschädigung nicht gewährt.

5. Für das Einspruchsverfahren gelten folgende Bestimmungen:

A. Der Einspruch ist schriftlich oder zu Protokoll zu erklären. Die Einspruchsschrift soll die zur Begründung des Einspruchs dienenden Thatsachen enthalten.

Zur Entgegennahme des Einspruchs sind an Stelle der Behörde, die den Plan ausgelegt hat, auch die Post- und Telegraphenämter ermächtigt, bei denen der Plan ausgelegt ist.

B. Nach Ablauf der Einspruchsfrist werden die Einsprüche gegen den Plan, sofern dies die Behörde, die den Plan ausgelegt hat, zur Aufklärung der Sachlage oder zur Herbeiführung einer Verständigung für zweckdienlich erachtet, in einem Termine vor einem Beauftragten der genannten Behörde erörtert.

C. Zu dem Termine werden diejenigen, welche Einspruch erhoben haben, vorgeladen.

Denjenigen, welchen der Plan gemäss § 7 Absatz 2 mitgeteilt ist, wird von dem Termine Kenntnis gegeben.

Die Erschienenen werden mit ihren Erklärungen zu Protokoll gehört.

Der Beauftragte hat die Verhandlungen nach ihrem Abschlusse der Behörde, die den Plan ausgelegt hat, einzureichen.

D. Die Behörde, die den Plan ausgelegt hat, übersendet die Verhandlungen, sofern die erhobenen Einsprüche nicht zurückgenommen sind, der höheren Verwaltungsbehörde.

E. Die höhere Verwaltungsbehörde entscheidet auf Grund der ihr übersandten Verhandlungen und des Ergebnisses der etwa weiter von ihr angestellten Ermittelungen.

Sie hat ihre Entscheidung der Behörde, die den Plan ausgelegt hat, sowie denjenigen, welche Einspruch erhoben haben, zuzustellen.

F. Die Beschwerde ist bei der höheren Verwaltungsbehörde, deren Entscheidung angefochten werden soll, oder bei der Landes-Centralbehörde schriftlich einzulegen und zu rechtfertigen.

G. Zustellungen erfolgen unter entsprechender Anwendung der §§ 208 bis 213 der Civilprozessordnung.

H. Die in dem Einspruchsverfahren zugezogenen Zeugen und Sachverständigen erhalten Gebühren nach Maassgabe der Gebührenordnung für Zeugen und Sachverständige.

I. Im Einspruchsverfahren kommen Gebühren und Stempel nicht zum Ansatze.

Die durch unbegründete Einwendungen erwachsenen Kosten fallen demjenigen zur Last, der sie verursacht hat, die übrigen Kosten trägt die Telegraphenverwaltung. Die Bestimmung der No. 4 Absatz 2 findet Anwendung.

K. Im Einspruchsverfahren ist von Amtswegen über die Verpflichtung zur Tragung der entstandenen Kosten und über die Höhe der zu erstattenden Beträge zu entscheiden.

Die Kosten werden durch Vermittelung der höheren Verwaltungsbehörde in derselben Weise beigetrieben wie Gemeindeabgaben.

L. Das Einspruchsverfahren ist in allen Instanzen als schleunige Angelegenheit zu behandeln.

6. Soweit den Strassenbau- und Polizeibeamten die Beaufsichtigung und die vorläufige Wiederherstellung der Reichs-Telegraphenleitungen übertragen wird, erhalten sie dafür eine Vergütung von 3 Mark bis 4 Mark für das Jahr und das Kilometer Linie. Für die Ermittelung der Thäter vorsätzlicher oder fahrlässiger Beschädigungen der Reichs-Telegraphenlinien erhalten die Strassenbau- und Polizeibeamten Belohnungen bis zur Höhe von 15 Mark.

4. Beschluss des Bundesrats des Norddeutschen Bundes, betreffend die den Eisenbahnverwaltungen im Interesse der Reichs-Telegraphenverwaltung obliegenden Verpflichtungen,

vom 21. Dezember 1868.*)

1. Die Eisenbahnverwaltung hat die Benutzung des Eisenbahnterrains, welches ausserhalb des vorschriftsmässigen freien Profils liegt und soweit es nicht zu Seitengräben, Einfriedigungen u. s. w. benutzt wird, zur Anlage von oberirdischen und unterirdischen Bundes-Telegraphenlinien unentgeltlich zu gestatten. Für die oberirdischen Telegraphenlinien soll thunlichst entfernt von den Bahngeleisen nach Bedürfnis eine einfache oder doppelte Stangenreihe auf der einen Seite des Bahnplanums aufgestellt werden, welche von der Eisenbahnverwaltung zur Befestigung ihrer Telegraphenleitungen unentgeltlich mitbenutzt werden darf. Zur Anlage der unterirdischen Telegraphenlinien soll in der Regel diejenige Seite des Bahnterrains benutzt werden, welche von den oberirdischen Linien im allgemeinen nicht verfolgt wird.

Der erste Trakt der Bundes-Telegraphenlinien wird von der Bundes-Telegraphenverwaltung und der Eisenbahnverwaltung gemeinschaftlich festgesetzt. Änderungen, welche durch den Betrieb der Bahnen nachweislich geboten sind, erfolgen auf Kosten der Bundes-Telegraphenverwaltung bez. der Eisenbahnen; die Kosten werden nach Verhältnis der beiderseitigen Anzahl Drähte repartiert. Über anderweite Veränderungen ist beiderseitiges Einverständnis erforderlich und werden dieselben für Rechnung desjenigen Teiles ausgeführt, von welchem dieselben ausgegangen sind.

2. Die Eisenbahnverwaltung gestattet den mit der Anlage und Unterhaltung der Bundes-Telegraphenlinien beauftragten und hierzu legitimierten Telegraphenbeamten und deren Hülfsarbeitern behufs Ausführung ihrer Geschäfte das Betreten der Bahn unter Beachtung der bahnpolizeilichen Bestimmungen, auch zu gleichem Zwecke diesen Beamten die Benutzung eines Schaffnersitzes oder Dienstkoupés auf allen Zügen, einschliesslich der Güterzüge, gegen Lösung von Fahrbillets der III. Wagenklasse.

*) Die Verpflichtungen des Bundesratsbeschlusses gelten
1. für alle vor Erlass des Beschlusses bereits bestehenden oder nachher angelegten Staatsbahnen,
2. für die nach Erlass des Bundesratsbeschlusses konzessionierten Privatbahnen,
3. für die bereits konzessioniert gewesenen Privatbahnen nur insoweit, als das die Konzessionsurkunden zulassen.

3. Die Eisenbahnverwaltung hat den mit der Anlage und Unterhaltung der Bundes-Telegraphenlinien beauftragten und legitimierten Telegraphenbeamten auf deren Requisition zum Transporte von Leitungsmaterialien die Benutzung von Bahnmeisterwagen unter bahnpolizeilicher Aufsicht gegen eine Vergütung von 5 Sgr. pro Wagen und Tag und von 20 Sgr. pro Tag der Aufsicht zu gestatten.

4. Die Eisenbahnverwaltung hat die Bundes-Telegraphenanlagen an der Bahn gegen eine Entschädigung bis zur Höhe von 10 Thalern pro Jahr und Meile durch ihr Personal bewachen und in Fällen der Beschädigung nach Anleitung der von der Bundes-Telegraphenverwaltung erlassenen Instruktion provisorisch wieder herstellen, auch von jeder wahrgenommenen Störung der Linien der nächsten Bundes-Telegraphenstation Anzeige machen zu lassen.

5. Die Eisenbahnverwaltung hat die Lagerung der zur Unterhaltung der Linien erforderlichen Vorräte von Stangen auf den dazu geeigneten Bahnhöfen unentgeltlich zu gestatten und diese Vorräte ebenmässig von ihrem Personal bewachen zu lassen.

6. Die Eisenbahnverwaltung hat bei vorübergehenden Unterbrechungen und Störungen des Bundestelegraphen alle Depeschen der Bundes-Telegraphenverwaltung mittelst ihres Telegraphen, soweit derselbe nicht für den Eisenbahnbetriebsdienst in Anspruch genommen ist, unentgeltlich zu befördern, wofür die Bundes-Telegraphenverwaltung in der Beförderung von Eisenbahndienstdepeschen Gegenseitigkeit ausüben wird.

7. Die Eisenbahnverwaltung hat ihren Betriebstelegraphen auf Erfordern des Bundeskanzleramts dem Privatdepeschenverkehre nach Maassgabe der Bestimmungen der Telegraphenordnung für die Korrespondenz auf den Telegraphenlinien des Norddeutschen Bundes zu eröffnen.

8. Über die Ausführung der Bestimmungen unter 1 bis einschliesslich 6 wird das Nähere zwischen der Bundes-Telegraphenverwaltung und der Eisenbahnverwaltung schriftlich vereinbart.

5. Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlussbahnen,

vom 28. Juli 1892.

. . . .

§ 8 . . . . .

Wenn die Bahn sich dem Bereich einer Reichs-Telegraphenanlage nähert, so ist die zuständige Telegraphenbehörde vor der Genehmigung zu hören.

6. Kabelschutzvertrag,

vom 14. März 1884.

Die in die Meere und Ozeane versenkten Kabel, die Bindeglieder für den telegraphischen Verkehr der Kontinente untereinander und mit den vorgelagerten Inseln, haben eine Ausdehnung von mehr als 300 000 Kilometer erlangt; das Kabelnetz ist noch in stets fortschreitender Verdichtung begriffen, sein Wert beziffert sich auf mehrere Milliarden Mark. Bei der Wichtigkeit der Unterseekabel für die staatlichen und privaten Interessen, ihrer Kostspieligkeit und der Schwierigkeit ihrer Instandsetzung bedürfen sie eines besonderen internationalen Schutzes gegen absichtliche oder fahrlässige Beschädigungen; auch die mit der Legung oder der Reparatur von Telegraphenkabeln beauftragten Kabelschiffe können eines gewissen Schutzes gegen Behinderung oder Störung ihrer Arbeiten nicht entbehren.

Schon im Jahre 1869 hatte die Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika den Entwurf eines internationalen Vertrags zum besseren Schutze unterseeischer Kabel ausarbeiten lassen. Der Entwurf kam zwar auf der internationalen Telegraphenkonferenz in Rom (1872) zur Erörterung, die Regelung der Frage erfolgte aber erst, nachdem eingehende Beratungen auf den Elektriker-Kongressen in Paris 1881 und 1883 vorhergegangen waren, durch einen am 14. März 1884 zwischen den beteiligten Regierungen abgeschlossenen Vertrag.

Der Vertrag, welcher am 1. Mai 1888 in Wirksamkeit getreten ist, hat zur Zeit Gültigkeit für folgende Staaten:

Deutschland, Argentinien, Vereinigte Staaten von Amerika, Belgien, Brasilien, Costa Rica, Dänemark, Dominikanische Republik, Frankreich, Grossbritannien, Griechenland, Guatemala, Japan, Italien, Mexico, Nicaragua, Norwegen, Niederlande, Österreich-Ungarn, Portugal, Rumänien, Russland, San Salvador, Serbien, Schweden, Spanien, Türkei und Uruguay.

Die Wirksamkeit des Kabelschutzvertrags erstreckt sich auch auf die Kolonien und die sonstigen Besitzungen der vertragschliessenden Staaten. Sein wesentlicher Inhalt ist folgender:

1. Allen rechtmässig gelegten Kabeln, die auf dem Gebiet eines oder mehrerer der vertragschliessenden Staaten landen, wird Schutz gewährt, soweit die Kabel sich im offenen Meere befinden. Soweit die Kabel innerhalb der Küstengewässer (d. i. auf 3 Seemeilen vom Lande) liegen, richtet sich ihr Schutz nach der inneren Gesetzgebung des betreffenden Landes.
2. Das Zerreissen oder Beschädigen eines Kabels, sofern es absichtlich oder durch schuldbare Fahrlässigkeit geschieht und die gänzliche oder teilweise Unterbrechung der telegraphischen Verbindung zur Folge haben kann, ist strafbar, unbeschadet der Zivilklage auf Ersatz des Schadens und der Kosten.
3. Wenn ein mit dem Legen oder mit der Wiederherstellung eines Kabels beschäftigtes Fahrzeug (Kabelschiff) mit den vorgeschriebenen Signalen ausgerüstet ist, müssen alle anderen Fahrzeuge sich mindestens 1 Seemeile von diesem Fahrzeug entfernt halten, damit es in den Arbeiten nicht behindert wird.
4. Die Fischer haben den mit der Wiederherstellung von Kabeln beschäftigten Schiffen den für die Ausführung ihrer Arbeit erforderlichen Raum freizugeben.
5. Die Eigentümer von Schiffen oder Fahrzeugen, welche beweisen können, dass sie, um einem Kabel keinen Schaden zuzufügen, einen Anker oder ein Netz geopfert haben, sind von dem Eigentümer des Kabels schadlos zu halten

Durch ein Reichsgesetz vom 21. November 1887 sind die Festsetzungen des Vertrags auf die unterseeischen Telegraphenkabel innerhalb der deutschen Küstengewässer ausgedehnt worden. Gleichzeitig wurden strafrechtliche Bestimmungen gegen Zuwiderhandlungen gegen die Vertragsbestimmungen erlassen.

7. Bestimmungen des Reichs-Strafgesetzbuchs

a) zur Sicherung der Telegraphenanlagen gegen Beschädigungen.

§ 317.

Wer vorsätzlich und rechtswidrig den Betrieb einer zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanlage*) dadurch verhindert oder gefährdet, dass er Teile oder Zubehörungen derselben beschädigt oder Veränderungen daran vornimmt, wird mit Gefängnis von einem Monate bis zu drei Jahren bestraft.

§ 318.

Wer fahrlässigerweise durch eine der vorbezeichneten Handlungen den Betrieb einer zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanlage verhindert oder gefährdet, wird mit Gefängnis bis zu einem Jahre oder mit Geldstrafe bis zu neunhundert Mark bestraft.

Gleiche Strafe trifft die zur Beaufsichtigung und Bedienung der Telegraphenanlagen und ihrer Zubehörungen angestellten Personen, wenn sie durch Vernachlässigung der ihnen obliegenden Pflichten den Betrieb verhindern oder gefährden.

*) Unter die zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanlagen fallen: alle Reichs-, Staats- und Eisenbahntelegraphen, welche für den Verkehr des Publikums bestimmt sind, alle Eisenbahn-Betriebstelegraphen sowie alle sonstigen Telegraphen, die unmittelbar dem Nutzen und Interesse des Publikums dienen, z. B. Feuerwehrtelegraphen. Auch die Sprechstellen und Anschlussleitungen der Teilnehmer an Stadt-Fernsprecheinrichtungen fallen hierunter

§ 318a.

Die Vorschriften in den §§ 317 und 318 finden gleichmässig Anwendung auf die Verhinderung oder Gefährdung des Betriebs der zu öffentlichen Zwecken dienenden Rohrpostanlagen.*)

Unter Telegraphenanlagen im Sinne der §§ 317 und 318 sind Fernsprechanlagen mitbegriffen.**)

§ 319.

Wird einer der in den §§ 316 und 318 erwähnten Angestellten wegen einer der in den §§ 315 bis 318 bezeichneten Handlungen verurteilt, so kann derselbe zugleich für unfähig zu einer Beschäftigung im Eisenbahn- oder Telegraphendienst oder in bestimmten Zweigen dieser Dienste erklärt werden.***)

§ 320.

Die Vorsteher einer Eisenbahngesellschaft sowie die Vorsteher einer zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanstalt, welche nicht sofort nach Mitteilung des rechtskräftigen Erkenntnisses die Entfernung des Verurteilten bewirken, werden mit Geldstrafe bis zu dreihundert Mark oder mit Gefängnis bis zu drei Monaten bestraft.

Gleiche Strafe trifft denjenigen, welcher für unfähig zum Eisenbahn- oder Telegraphendienst erklärt worden ist, wenn er sich nachher bei einer Eisenbahn- oder Telegraphenanstalt wieder anstellen lässt, sowie diejenigen, welche ihn wieder angestellt haben, obgleich ihnen die erfolgte Unfähigkeitserklärung bekannt war.

b) zur Sicherung des Telegraphengeheimnisses.

§ 355.

Telegraphenbeamte oder andere mit der Beaufsichtigung und Bedienung einer zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanstalt betraute Personen, welche die einer Telegraphenanstalt anvertrauten Depeschen verfälschen oder in anderen, als in den im Gesetze vorgesehenen Fällen eröffnen oder unterdrücken, oder von ihrem Inhalte Dritte rechtswidrig benachrichtigen oder einem andern wissentlich eine solche Handlung gestatten oder ihm dabei wissentlich Hülfe leisten, werden mit Gefängnis nicht unter drei Monaten bestraft.

8. Fernsprechgebühren-Ordnung,

vom 20. Dezember 1899.

§ 1.

Für jeden Anschluss an ein Fernsprechnetz wird eine Bauschgebühr erhoben.

§ 2.

Die Bauschgebühr beträgt

in Netzen von nicht über	50 Teilnehmeranschlüssen	M. 80.—,
bei mehr als 50 bis einschliesslich	100 Teilnehmeranschlüssen	„ 100.—,

*) Rohrpostanlagen gehören im gesetzlichen Sinne nicht zu den Telegraphenanlagen; ihnen ist aber derselbe Schutz gewährt wie den Telegraphenanlagen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass der Telegraph die Mitteilung nicht in Natur an den Adressaten gelangen lässt, sondern dass er sie in bestimmten Zeichen wieder erzeugt, während die Rohrpost sie in Natur an den Adressaten befördert.

**) Fernsprechanlagen fallen unter den Begriff der Telegraphenanlagen. „Telegraph" ist jede Vorrichtung, die eine Nachrichtenbeförderung dadurch ermöglicht, dass der an einem Orte zum sinnlichen Ausdrucke gebrachte Gedanke an einem entfernten Orte wahrnehmbar wieder erzeugt wird, ohne dass der Transport eines Gegenstandes mit der Nachricht erfolgt.

Diese Begriffsbestimmung des Telegraphen passt in jeder Beziehung auch auf den Fernsprecher.

***) Die Bestimmungen der §§ 315 und 316 beziehen sich ausschliesslich auf den Eisenbahndienst.

bei mehr als 100 bis einschliesslich 200 Teilnehmeranschlüssen M. 120.—,
bei mehr als 200 bis einschliesslich 500 Teilnehmeranschlüssen „ 140.—,
bei mehr als 500 bis einschliesslich 1000 Teilnehmeranschlüssen „ 150.—,
bei mehr als 1000 bis einschliesslich 5000 Teilnehmeranschlüssen „ 160.—,
bei mehr als 5000 bis einschliesslich 20000 Teilnehmeranschlüssen „ 170.—,
bei mehr als 20000 Teilnehmeranschlüssen . . . . „ 180.—

jährlich für jeden Anschluss, welcher von der Vermittelungsstelle aus nicht weiter als 5 Kilometer entfernt ist. In Netzen mit mehreren Vermittelungsstellen wird diese Entfernung von der Hauptvermittelungsstelle gerechnet.

Teilnehmer, welche die Bauschgebühr zahlen, sind berechtigt, die Benutzung ihres Anschlusses zu Gesprächen mit anderen Teilnehmern desselben Netzes Dritten unentgeltlich zu gestatten.

§ 3.

Für die Berechnung der Bauschgebühr ist die Zahl der bei Beginn des Kalenderjahrs vorhandenen Teilnehmeranschlüsse maassgebend. Die hiernach festgestellte Bauschgebühr tritt mit dem folgenden 1. April in Kraft. Änderungen der Bauschgebühr gegenüber dem Vorjahre sind in den Orten, für welche sie gelten, amtlich bekannt zu machen.

Soweit auf Grund der neuen Feststellung eine Erhöhung der Bauschgebühr eintritt, sind die Teilnehmer berechtigt, ihre Anschlüsse zum Zeitpunkte des Inkrafttretens der Erhöhung mit einmonatiger Frist zu kündigen.

§ 4.

An Orten ohne Fernsprechnetz wird für jeden Teilnehmeranschluss, welcher nicht mehr als fünf Kilometer von der Vermittelungsstelle entfernt ist, eine Bauschgebühr von 80 Mark für den Anschluss erhoben.

§ 5.

Jeder Teilnehmer ist berechtigt, an Stelle der Bauschgebühr eine Grundgebühr für die Überlassung und Unterhaltung der Apparate sowie für den Bau und die Instandhaltung der Sprechleitungen und Gesprächsgebühren für jede hergestellte Verbindung, mindestens jedoch für 400 Gespräche jährlich, zu zahlen.

Die Grundgebühr beträgt

in Netzen von nicht über 1000 Teilnehmeranschlüssen M. 60.—,
bei mehr als 1000 bis einschliesslich 5000 Teilnehmeranschlüssen „ 75.—,
bei mehr als 5000 bis einschliesslich 20000 Teilnehmeranschlüssen „ 90.—,
bei mehr als 20000 Teilnehmeranschlüssen . . . . „ 100.—

jährlich für jeden Anschluss, welcher von der Vermittelungsstelle nicht weiter als 5 Kilometer entfernt ist. In Netzen mit mehreren Vermittelungsstellen wird diese Entfernung von der Hauptvermittelungsstelle gerechnet.

Die Gesprächsgebühr beträgt 5 Pfennig für jede Verbindung.

Der Teilnehmer, welcher Gesprächsgebühr entrichtet, darf sich von Dritten, die seinen Anschluss benutzen, diese Gebühr erstatten lassen.

Der Teilnehmer hat die Erklärung, dass er Gesprächsgebühren entrichten wolle, entweder bei Gelegenheit seines ersten Anschlusses oder spätestens einen Monat vor Beginn eines neuen Rechnungsjahrs abzugeben. Wenn er eine solche Erklärung nicht abgegeben hat, so wird er zur Zahlung der Bauschgebühr herangezogen.

Die Bestimmungen des § 3 finden auf die Grundgebühr entsprechende Anwendung.

Der Anschluss gegen Gesprächsgebühren findet in Netzen, in welchen die Bauschgebühr 80 Mark beträgt, nicht statt.

§ 6.

Die in §§ 1 bis 5 bestimmten Gebührensätze können durch den Reichskanzler ermässigt werden.

§ 7.

Für die Benutzung der Verbindungsanlagen zwischen verschiedenen Netzen oder Orten mit öffentlichen Fernsprechstellen werden Gesprächsgebühren erhoben. Sie betragen für eine Verbindung von nicht mehr als 3 Minuten Dauer

bei einer Entfernung

bis zu	25	Kilometer	einschliesslich	M.	—.20,
„ „	50	„	„	„	—.25,
„ „	100	„	„	„	—.50,
„ „	500	„	„	„	1.—,
„ „	1000	„	„	„	1.50,
von mehr als	1000	Kilometer	. . . .	„	2.—.

Auf die Berechnung der Enfernung finden die Vorschriften im § 2 Abs. 2 des Gesetzes über das Posttaxwesen vom 28. Oktober 1871 sinngemäss Anwendung.

§ 8.

Soweit sich die Gebühren vorher feststellen lassen, sind sie vierteljährlich im Voraus fällig.

Auf die Einziehung der Telegraphengebühren einschliesslich der Fernsprechgebühren findet § 25 des Postgesetzes vom 28. Oktober 1871 Anwendung.*)

§ 9.

1. Für dringende Gespräche wird die dreifache Gebühr (§ 10) erhoben.

2. Für Anschlüsse, welche nach vorheriger Ankündigung während mindestens acht aufeinander folgender Wochen nicht benutzt werden, wird für jede angefangene Woche der Benutzungszeit der fünfzigste Teil der Bauschgebühr (§ 2), für jede Woche der übrigen Zeit des Jahres der fünfzigste Teil der Grundgebühr (§ 5) erhoben.

3. Die Fernsprechteilnehmer solcher benachbarten Orte, welche zufolge Anordnung des Reichskanzlers eine gemeinsame Ortstaxe für Briefe erhalten, dürfen mit den Netzen der anderen benachbarten Orte ohne Zuschlag sprechen; wollen sie von dieser Befugnis Gebrauch machen, so haben sie, falls die Bauschgebühr in einem dieser Nachbarorte höher ist, als die in ihrem eigenen Netze, an Stelle der letzteren jene höhere Bauschgebühr zu zahlen. Die Teilnehmer sind berechtigt, die Benutzung ihres Anschlusses zu Gesprächen mit Teilnehmern der anderen benachbarten Orte, mit denen sie selbst für die Bauschgebühr sprechen dürfen, Dritten unentgeltlich zu gestatten.

§ 10.

Die Bedingungen für die Benutzung der Fernsprecheinrichtungen und die Gebühren für den Fernsprechverkehr werden, soweit vorstehend nicht Bestimmungen getroffen sind, durch Anordnung des Reichskanzlers festgesetzt.

Der Reichskanzler bestimmt insbesondere:

1. die Zuschläge zur Bausch- und Grundgebühr für Anschlüsse, welche weiter als 5 Kilometer von der Hauptvermittelungsanstalt entfernt sind, für die Hergabe besonderer Apparate und für die Benutzung besonders kostspieliger Sprechleitungen;
2. die Gebühr für Verbindungen zur Nachtzeit;
3. die Gebühren für Anschlüsse, welche mehreren Personen unter Benutzung einer und derselben Anschlussleitung gewährt werden;
4. die Gebühren für die Benutzung öffentlicher Fernsprechstellen und für die Übermittelung von Telegrammen für den Fernsprecher;
5. die Gebühren für die Verlegung oder die vorzeitige Aufhebung von Sprechstellen;
6. die Gebühren für die Gesprächsverbindungen im Vororts-, Nachbarorts- und Bezirksverkehr, unbeschadet der Bestimmungen im § 9, Nr. 3;
7. die Gebühren für die besonderen Telegraphenanlagen und die Nebentelegraphenanlagen;
8. die Festsetzung von Bauschgebühren für die Benutzung von Fernleitungen zur Nachtzeit;
9. die Gebühren für die Benutzung der Verbindungsanlagen nach dem Ausland, unbeschadet der Bestimmungen im Artikel 52 Abs. 3 der Reichsverfassung.

Die Anordnungen des Reichskanzlers sind bekannt zu machen.

*) Ungezahlt gebliebene Gebührenbeträge können, wie öffentliche Abgaben, exekutorisch (durch Pfändung) eingezogen werden.

§ 11.

Dies Gesetz tritt mit dem 1. April 1900 in Kraft.

§ 12.

Auf den inneren Verkehr von Bayern und den inneren Verkehr von Württemberg finden die §§ 1 bis 7, 9, 10 und 11 dieses Gesetzes keine Anwendung.

9. Verordnung des Reichskanzlers über Fernsprech-Nebenanschlüsse,

vom 31. Januar 1900.

a) Zulassung von Nebenanschlüssen.

1. Die Teilnehmer an den Fernsprechnetzen können in ihren auf dem Grundstück ihres Hauptanschlusses befindlichen Wohn- oder Geschäftsräumen Nebenstellen errichten und mit dem Hauptanschlusse verbinden lassen.

2. Diejenigen Teilnehmer an den Fernsprechnetzen, welche die Bauschgebühr zahlen, können in den auf dem Grundstück ihres Hauptanschlusses befindlichen Wohn- oder Geschäftsräumen anderer Personen oder in Wohn- und Geschäftsräumen auf anderen Grundstücken, mit Zustimmung der Berechtigten, Nebenstellen, die nicht weiter als 15 Kilometer von der (Haupt-)Vermittelungsanstalt entfernt sind, errichten und mit ihrem Hauptanschlusse verbinden lassen.

3. Mehr als 5 Nebenanschlüsse dürfen mit demselben Hauptanschlusse nicht verbunden werden. Den Teilnehmern ist überlassen, die Herstellung und Instandhaltung der auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses befindlichen Nebenanschlüsse durch die Reichs-Telegraphenverwaltung oder durch Dritte bewirken zu lassen. Die nicht von der Reichs-Telegraphenverwaltung hergestellten Nebenanschlüsse müssen den von der Reichs-Telegraphenverwaltung festzusetzenden technischen Anforderungen entsprechen.

Vor der Inbetriebnahme sind die Nebenanschlüsse dem Postamte, Telegraphenamt oder Stadt-Fernsprechamt anzumelden, welchem die Vermittelungsanstalt unterstellt ist. Dieses ist befugt, jederzeit zu prüfen, ob die Nebenanschlüsse den technischen Anforderungen genügen.

Die Herstellung und Instandhaltung der nicht auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses befindlichen Nebenanschlüsse wird der Reichs-Telegraphenverwaltung vorbehalten.

4. Die Inhaber der Nebenstellen sind zum Sprechverkehre mit der Hauptstelle sowie mit anderen an dieselbe Hauptstelle angeschlossenen Nebenstellen befugt. Sprechverbindungen mit dritten Personen werden ihnen in demselben Umfange gewährt, wie dem Inhaber der Hauptstelle.

Soweit nichts Abweichendes bestimmt ist, finden für die Benutzung des Nebenanschlusses die für den Hauptanschluss geltenden Bestimmungen entsprechende Anwendung.

Die unter 2 bezeichneten Nebenanschlüsse werden, sofern nichts Gegenteiliges verlangt wird, in das Teilnehmerverzeichnis aufgenommen.

5. Der Inhaber des Hauptanschlusses ist Schuldner der durch die Benutzung des Nebenanschlusses erwachsenden Gebühren.

6. Das Recht zur Benutzung des Nebenanschlusses erlischt mit dem Rechte zur Benutzung des Hauptanschlusses. Ausserdem kann es durch die Reichs-Telegraphenverwaltung entzogen werden: im Falle missbräuchlicher Benutzung des Nebenanschlusses oder wenn sich ergiebt, dass dieser den technischen Anforderungen nicht genügt, oder falls sonst aus der Benutzung des Nebenanschlusses erhebliche Schwierigkeiten für den Fernsprechbetrieb entstehen.

b) Gebühren für Nebenanschlüsse.

Die Gebühren für Nebenanschlüsse werden auf Grund des § 10 der Fernsprechgebühren-Ordnung vom 20. Dezember 1899, wie folgt festgesetzt:

A. Für die Errichtung und Instandhaltung des Nebenanschlusses durch die Reichs-Telegraphenverwaltung werden erhoben:

1. für Nebenanschlüsse in den auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses befindlichen Wohn- oder Geschäftsräumen des Inhabers des Hauptanschlusses
   für jeden Nebenanschluss jährlich 20 Mark,
2. für andere Nebenanschlüsse
   für jeden Nebenanschluss jährlich 30 Mark.
3. Sind zur Verbindung der Nebenstelle mit dem Hauptanschlusse mehr als 100 Meter Leitung erforderlich, so werden ausserdem für jede angefangenen weiteren 100 Meter Leitung erhoben
   bei einfacher Leitung jährlich 3 Mark,
   bei Doppelleitung jährlich 5 Mark,
4. bei Nebenanschlüssen, die weiter als 10 Kilometer von der (Haupt-)Vermittelungsanstalt entfernt sind, werden für die überschiessende, von der Haupt-Sprechstelle zu messende Leitungslänge dieselben Baukostenzuschüsse erhoben, wie bei Hauptanschlüssen.

B. Für Nebenanchlüsse, die nicht von der Reichs-Telegraphenverwaltung hergestellt und in Stand zu halten sind, werden erhoben:

1. für Nebenanschlüsse in den auf dem Grundstücke des Hauptanschlusses befindlichen Wohn- oder Geschäftsräumen des Inhabers des Hauptanschlusses
   für jeden Nebenanschluss jährlich 10 Mark,
2. für andere Nebenanschlüsse
   für jeden Nebenanschluss jährlich 15 Mark.

C. In Bezirks-Fernsprechnetzen wird für Nebenanschlüsse an solche Hauptanschlüsse, deren Inhaber die Bauschgebühr für die Benutzung der Verbindungsleitungen zahlen, zu den nach II A 2 und B 2 zu entrichtenden Gebühren ein Zuschlag von 100 Mark jährlich für jeden Nebenanschluss erhoben. Für Nebenanschlüsse, deren Inhaber die Vergütung nach II A 1 und B 1 zu entrichten haben, wird dieser Zuschlag nicht erhoben.

III. Vorstehende Bestimmungen treten mit dem 1. April 1900 in Kraft.

Namen- und Sachregister.

(Die Zahlen bedeuten die Seiten.)

Abfragegehäuse 431.
Abfrageklinken 466.
Abfragesystem 458.
Abgestimmte Funkentelegraphie 316.
Ableitungen, Einfluss der.
— gleichmässig verteilten 69.
— ungleichmässig verteilten 76.
Abpfählen der Linie 680.
Abschmelzröllchen 405, 435.
Absolute Einheiten 22.
Abspanngestänge 696.
Abzweigungsrolle 461.
Adermikrophon 367.
Adertelephon 387.
Akkumulatoren, s. Sammler 34.
Amalgamieren 24.
American Bell Tel. Co., Telephon 379.
Ampère 9, 10.
Ampere, Einheit der Stromstärke 22, 46.
Ampèresche Regel 58.
Amperemeter, s. Strommesser 65, 590.
Amtsbussole, österr. 121.
Anker 647, 687, 690, 701.
Ankeranziehung 61.
Anmeldetisch 569.
Anode 24.
Anrufklappe 488.
Anrufrelais 509.
Anrufvorrichtung 388.
Apparate, Aufstellung 729.
Apparattische 729, 730.
Arbeitskontakt 97.
Arbeitsleistung des Stromes 50.
Arbeitsstrom 2, 80, 113, 731.
Arbeitsstromleitung, Untersuchung 756.
d'Arsonval Telephon 387.
Arldsche Drahtverbindung 692.
Astatische Nadeln 64.
Ausästen 690, 744.
Auskundung von Telegraphen- und Fernsprechanlagen 675, 678.
Aussteigeluken 686.
Automat, Fernsprech- 591.
Automatischer Sender von Wheatstone 169, 171.
— Umschalter von West 599.
Ayrtonscher Nebenschluss 342.

Balance (Heberschreiber) 168.
Balata 660.
Barbaratsche Tabelle 72.
Batterien, gemeinschaftliche 55, 732.
— hintereinander geschaltete 54.
— nebeneinander geschaltete 55.
Batterieaufstellung 731, 738.
Batterieschaltung 54, 732, 755.
Batteriestärken 731.
Batteriewähler 343.
Batteriewiderstand 48.
Baudot-Typendrucker 270.
— Bremse 280.
— Druckapparat 273.
— Festhalter 273.
— Geber 272.
— Installation 290.
— Kombinator 274.
— Kontaktplatten 283.
— Korrektionsstrom 290.
— Korrektionsvorrichtung 285.
— Kurbelumschalter 273.
— Regulator 280, 284.
— Relais 281.
— Schaltung 287.
— Sucher 276.
— Taktschläger 273.
— Triebwerk 279.
— Übertragung 290.
— Verteiler 282.
— Weichensteller 277.
Baumwollseidenkabel 672.
Bell-Blake, Mikrophon 369.
Bell, Photophon 611.
— Telephon 357, 358.
Bétancourt 6.
Bethell 629.
Berliner, Mikrophon 367, 374.

Berliner, Mikrophon mit einem Kontakt 367.
Berührung von Leitungen 744, 746.
Betriebsstörungen 745.
Bindedrähte 691, 743.
Biot-Savartsches Gesetz 58.
Blake-Mikrophon 367, 369.
Bleimörtel, Bleimuffe 669.
Bleirohrkabel 671, 727.
Blitzableiter mit Abschmelzröllchen 405, 435.
— ohne Abschmelzröllchen 436.
— für Fernsprechgehäuse 404.
— für Klappenschränke 435.
— für Telegraphen 122.
Blitzableitergestell 734.
Blitzableiterklemme 685.
Blitzableiterpult 728.
Blitzplatte, Erfindung Steinheils 14, 122.
Blut, automatischer Umschalter 596.
Böckmann 6, 624.
Bohrwürmer (Teredo) 723.
Borggreve, Isolator 619.
— Relais 139.
— Stütze 620.
Börsendrucker 221.
Bosscha, Doppelsprechen 255.
Boucherie 629.
Bourseul 357.
Brabenderscher Schreibhebel 93.
Branville-Anizan 263.
Branlysche Röhre 304.
Braun, Prof., Geber 314.
Braunsche Kontroluhr 536.
Bréguet 123.
Brett, Kabel 624.
Brückenkabel 707.
Brustmikrophon 475, 526.
Bunsensches Element 29.
Burnett 629.

Callaudelement 28.
Canter, Gegensprechen 248.
Cavallo 6.
Cementformstücke, Hultmann 667, 709.
— Plattensystem 667, 710.
Cementkanäle 666, 709.
C G S - System 22.
Chauvin, v., Isolator 619.
Chromelement 29.
Common Battery System 521.
Cooke und Wheatstone, Nadeltelegraph 15.
— Relais 16, 138.
— Zeigertelegraph 16.
Cornell 140.
Coulomb, Einheit der Elektrizitätsmenge 22.
Coulombsches Gesetz 45.
La Cour, Spektraltelegraph 1.
Coxe 9.
Crossley, Mikrophon 367.
Czeija und Nissl, Telephon 377.

Dachgestänge 684.
Dachschutzvorrichtung 674.
Daniell, Element 25.
Deckert & Homolka, Mikrophon 377.
Delany, Schnelltelegraph 178.
— sechsfacher Telegraph 297.
Deprez-d'Arsonval, Drehspulengalvanometer 64.
— Spiegelgalvanometer 340.
Differential-Galvanometer 321.
— — mit Baumschraube 322.
Digney 92.
Diplextelegraphie 246.
Dolbear, Elektrophon 359.
Doppelgegensprechen 256.
Doppelgestänge 682, 701.
Doppelschreiber von Estienne 158.
Doppelsprechen 246, 255.
Doppelsprechschaltung 461.
Doppelständer 689, 701.
Doppeltaste 165.
— von Estienne 159.
— im Abfrageapparat 433.
— in Vielfachumschaltern 456.
Doppelwinkelstützen 639.
Dosenrelais 139.
Draht, Aufbringen auf die Isolatoren 692, 695.
— Ausrecken 692.
— Durchhang 693, 702.
— Regulierung des Durchhangs 694.
Drahtleitung, Herstellung 691.
Drahtlose Telegraphie 300.
Drahtsorten 644.
Drahtverbindung 618, 691, 692.
Drahtwinde 672.
Drahtzugvorrichtung 674.
Drehspulen-Galvanometer 64, 333.
Drescher 18.
Drillingsklinke 512.
Drucktelegraphen 91, 189.
Duplextelegraphie 245.
Dyar 93.
Dynamometer 695, 724.

Ebonit 661.
Ebonitschutzglocke 716, 727, 733.
Edison, Doppelsprechen 255.
— Doppelgegensprechen 256.
— Mikrophon 370.
— Telephone 359.
Eiche 629.
Einschnursystem 467.
Eisenrohrsystem für Kabel 703.
Eiserne Stangen 621, 633.
Elektroden 24.
Elektrolyse 24.
Elektromagnet, Morse 110.
— Form und Einrichtung 60.
— polarisierter 62.
— zum Eintauchen, 63, 65.

Elektro-mechanisches Fernsprechamt 530.
Elsasser 124.
EMK, elektromotorische Kraft 24, 46.
Endstelle für Tischgehäuse 412.
— für Wandgehäuse 408, 410.
— mit pultförmigem Gehäuse 411.
Erdbohrer 672.
Erdkabel 649.
— Verlegung 698, 705.
Erdleitung, Entdeckung Steinheils 14.
— für Dachgestänge 685, 730.
— bei Telegraphen- und Fernsprechanstalten 730, 737, 738.
Erdleitungsplatten 685.
Estiennedoppelschreiber 158.
Estienneschrift 93, 159.

Faraday, Induktionsgesetz 12, 302.
Farad, Einheit der Kapazität 22.
Farbschreiber 92, 103.
— deutscher 103.
— englischer 116.
— französischer 118.
— polarisierter 118.
— russischer 116.
Fardely 17, 139.
Faserstoffkabel 649, 663.
— Einführung 717.
Fechner 10.
Feddersen 303.
Fehlerortsbestimmung bei Kabeln 352.
— in oberirdischen Leitungen 750.
Feinsicherung 738.
Feldtelegraphenapparat, grosser 241.
— kleiner 241.
Feldtelegraphie 240.
Fernämter 543.
Fernamt München 568.
Ferndrucker 223.
Fernhörer 381.
— ein- und zweipolige 381.
— gerader Form 381.
— mit Ringmagnet 381.
— mit seitlicher Schallöffnung 381, 383, 384.
— Löffeltelephon 386.
— Modell Ader 387.
— — d'Arsonval 387.
— — Heller 385.
— — Reiner 384.
Fernklappe 454.
Fernleitungsschrank 453.
Fernleitungssystem zu Klappenschränken von 5, 10 und 20 Doppelleitungen 439.
— — von 40 Doppelleitungen 442.
— — von 50 Doppelleitungen 442.
Fernschrank grosser Form 456.
— kleiner Form 453.
Fernsprechautomat 591.
Fernsprecherphonograph 609.
Fernsprechgehäuse 398.
Fernsprechgehäuse älterer Bauart 401.
Fernsprechkabel 652.
Fernsprechkabel, Einführung 734.
Fernsprechnebenstellen 595.
Fernsprechübertrager von Landrath 438.
— von Münch 437.
Fernsprechvermittelungsanstalten 417.
Ferntische 545, 549, 561, 569.
Fernverbindungschrank 563.
Fernverkehr 537.
Fernvermittelungsschrank 569.
Fichte 628.
Field, Cyrus, Kabel 625.
Flemingsche Regel 66.
Flusskabel 651.
— Verlegung 699, 706.
Fourier 88.
Frischen, Gegensprechen 246.
Fritter 305.
Froschklemme 673.
Fuchs, Gegensprechen 248.
Fullerelement 29.
Funkentelegraphenanlage Borkum 307.
Funkentelegraphie 302.

Galvanometer 63.
— nach Deprez-d'Arsonval 64.
Galvanoskop 120.
— österreichisches 121.
Gassner, Trockenelement 31.
Gattinger 130.
Gauss und Weber, Telegraph 11.
G-Draht 648.
Gegensprechen 245, 246.
— Brückenschaltung 249.
— Differentialschaltung 252.
Gegensprechübertragung 254.
Gegenstromrolle 137.
Gesetze und Verordnungen 769.
Gesprächszähler 515.
Gesprächszeitmesser 546.
Gestänge, Belastung und Festigkeit 698.
Gintl, Gegensprechen 246, 255.
Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen 263.
Glühlampensignalisierung 495, 505, 508.
Goodsalt 723.
Gowermikrophon 367.
Graduator 137.
Grobsicherung 738.
Grove, Element 29.
Gummibanddrähte und Kabel 671.
Gummikabel 653, 672.
Guttapercha 624, 659.
Guttaperchahülle 654.
Guttaperchakabel 650, 717.

Hagemann 610.
Hakenumschalter 401.
Harwoodsche Gegensprechschaltung 166, 252.
Haspel für Bronzedraht 673.

Hebelumschalter 472.
Heberschreiber 163.
Heller, Fernhörer 385.
Hellesen, Trockenelement 31.
Henry, Einheit des Induktionskoeffizienten 22.
Hertzsche Wellen 302.
Hipp, Mikrophon 379.
Holzstangen 621, 628.
Hughes, Mikrophon 359, 366, 369.
— Professor 189.
— apparat 189.
— Anhaltevorrichtung 196.
— mit elektrischem Antrieb 197.
— Ausschalter 211.
— Bremsvorrichtung 194.
— Druckvorrichtung 199.
— Einstellvorrichtung 205.
— Elektromagnetsystem 197.
— Fehler im 213.
— Figurenwechsel 204.
— Friktionsrad 203.
— Kontaktschlitten 209.
— Korrektionsrad 203.
— Kuppelung 200.
— Laufwerk 193.
— Leistungsfähigkeit 213.
— Papierführung 206.
— Reguliervorrichtung 194.
— Schaltungen 217.
— Schwächungsanker 198.
— Stiftbüchse 208.
— Stromwender 210.
— Synchronismus 211.
— Tastenwerk 207.
— Typenrad 203.
— Umdrehungsgeschwindigkeit 193.
— Wecken der Übertragungsämter 220.
Hultman 666, 709.
Hunning, Mikrophon 376.
Hydra-Trockenelement 31.

J-förmige Doppelstützen 639.
Imprägnierung der Stangen 629.
Induktanzrolle 137.
Induktion, gegenseitige 66.
— Selbstinduktion 67.
Induktionsrollen der Mikrophone 379.
Induktionsstörungen 766.
Induktionsweckbetrieb 234.
Induktor, siehe auch Kurbelinduktor.
Isolationswiderstand 47.
Isolatoren 618, 641.
— Auswechseln und Reinigen 742.
Isolierter Draht 648.

Jacobi, Prof., Kabel 624.
Janusschaltung 603.
John 92.
Joule, Einheit der elektrischen Arbeit 22.
Jutehülle 655.

Kabel 649.
— wetterbeständige 651, 653.
— die ersten 624.
- künstliches 167.
Kabelbrunnen 707.
Kabeldampfer 723.
Kabelendverschluss, Kasten- 719.
— Konsol- 718.
— Übergangs- 718.
Kabelfabrikation 658.
— Faserstofferdkabel 663.
— Fernsprechkabel 661.
— Guttaperchakabel 666.
Kabelkasten 670.
Kabelmesseinrichtung 339.
Kabelmesskarren 341.
Kabelrinnen 670.
Kabelrohrstrang 707.
Kabeltank 723.
Kabeltypen 655.
Kabelumschalter 134, 727.
Kabelverlegung 698, 721.
Kabelwiederherstellung 745.
Kabelwinde 674.
Kabellötstelle, Faserstoffkabel 711.
— Fernsprechkabel 715.
— Flusskabel 714.
— Guttaperchakabel 712.
— Unterseekabel 725.
Kalkulagraph 546.
Kandelaber 730.
Kapazität 84.
Kathode 24.
Kautschuk 661.
Kellog, Vielfachsystem 467, 529.
Kelvin, Lord 163.
Kiefer 628.
Kipptaste 511.
Kirchhoffsche Gesetze 51.
Klappenschrank für Doppelleitungsbetrieb 418, 439.
— für Einzelleitungsbetrieb 418, 445.
— für 5 Doppelleitungen 418.
— für 10 und 20 Doppelleitungen 421.
— für 40 Doppelleitungen 421.
— für 50 Doppelleitungen 423.
— für 50 Doppelleitungen (M. 1900) 430.
— für 5 und 10 Einzelleitungen 430.
— für 50 Einzelleitungen 427.
Klappenschränke, Aufstellung 737.
Klappenschrankelektromagnet 419, 429.
Klinkenkabel 470.
Klinkenumschalter 543, 565.
Klopfer 228.
— für amerikanischen Ruhestrom 227.
Klopfersystem 226.
Klopfertaste 227.
Kniehebelklemme 673.
Knopfumschalter 604.
Kohärer 305.
Kohlenblitzableiter 404, 721.

Kohlenelement 30.
Kohlenkörner-Mikrophone 370—379.
Kohlenplatten-Blitzableiter 130, 435.
Kohlenscheiben-Mikrophon 369, 375.
Kohlenwalzen-Mikrophon 369, 375.
Kondensator 168, 346.
Kontrolelement 408.
Kontroluhr 536.
Kopffernhörer 475.
Körnermikrophon 368.
Kostenanschlag 679.
Kraftlinien, magnetische 57.
Kramer, Doppelsprechen 255.
— Zeigertelegraph 18.
Kreuzung von Schwach- und Starkstromleitungen 678.
Kronenbergsche Querträger 638.
Künstliche Widerstände 137.
Kupferelement 26.
— Zusammensetzen und Unterhaltung 27.
Kurbelinduktor 234, 388.
— einlamelliger für Telegraphenleitungen 392.
— zweilamelliger für Telegraphenleitungen 234.
— dreilamelliger für Doppelleitungsbetrieb 390.
— — für Einzelleitungsbetrieb (M. 1897) 388.
— — für St. F. E. (M. 1892 u. 1893) 392.
Kurbelrheostat 319.
Kurbelumschalter 133.
Kurzschlusstaste 346.
Kyan 629.

Lacour, phonisches Rad 298.
Ladeumschalter 582.
Ladungsfähigkeit 84.
Landrath, Übertrager 438.
Lärche 628.
Laufbretter auf Dächern 686.
Lauritzen, Undulator 169.
Leclanché-Element 30.
Leitungsabzweigung 698.
Leitungsdraht 644, 743.
Leitungseinführung 726, 733, 737.
Leitungsmessung mit Differentialgalvanometer 322.
Leitungsschnur 430.
Leitungswiderstand, Berechnung des 646.
Lemond 6.
Lenzsche Regel 66.
Leonhardt, Zeigertelegraph 18.
Lesage 6, 624.
Lewert, Stangenblitzableiter 129.
Linien, Umlegung von 744.
Lochapparat von Delany 178.
— von Pollak & Virag 189.
— von Wheatstone 171.
Lodge 306.
Löffeltelephon 386.

Löten 648.
Lötmaterialien für Kabelanlagen 670.
— für oberirdische Leitungen 648.
Lötmuffen 667.
Lötwasser 648.
Lötzinn 648.
Lötstelle, Wickel- 691.
— Würge- 618,
— Erneuerung von 743.
— in Fernsprechleitungen 691.
— in Kabelleitungen 704.
— in Unterseekabeln 725.

Maasse, elektrische 21.
Magnetisches Feld 58.
Magnetische Kraftlinien 57.
Magnetisierung des Eisens 60.
Marconi, Funkentelegraphie 300, 304, 307.
Maron, Gegensprechen 247.
Materialbedarf, Ermittelung des 676.
Materialienlager 678.
Matzenauer, Blitzableiter 126.
Mauerbügel 623, 635.
Mausemühle 165.
Mehrfachtelegraphie 245.
— wechselzeitige 266.
Mehrfachtypendrucker 270.
Meidingerelement 26.
Meissner, Blitzableiter 122.
Meldeamt 545, 554.
Meldetisch 545, 554, 561.
Mercadier, Vielfach-Gegensprechen 258.
Messbrücke für Kabel 343.
— für oberirdische Leitungen 327.
Messinstrumente und Messverfahren 319.
Messung von Batteriewiderständen 326, 328, 331.
— von Erdleitungen 328.
— von Isolationswiderständen 337, 347, 351.
— von Kabeln 339.
— von Kupferwiderstand 347, 348.
— von Ladung 348, 352.
— von Leitungswiderständen 322, 336.
— von Spannungen 332, 337.
— von Stromstärken 331, 337.
Meyer-Schrift 93.
Meyer-Vielfachapparat 266.
Mikrofarad 22.
Mikrophon, Ader 367.
— American Bell Co. 379.
— Bell-Blake 369.
— Berliner 367, 374.
— Blake 367, 369.
— Brustmikrophon 475.
— Crossley 367.
— Czeija & Nissl 377.
— Deckert & Homolka 377.
— Edison 370.
— Gower 367.
— Hipp 379.

Mikrophon, Hughes 359, 366, 369.
— Hunning 376.
— Mix & Genest 371.
— Siemens & Halske 370.
— Solidback 378.
— Stock & Co. 372.
Mikrophondämpfung 367.
Mix & Genest, Mikrophon 371.
Le Monnier 5.
Monotelephon 261.
Morse, Prof. 18.
— erster 18.
— verbesserter 19.
Morseapparat 103.
— Anker 111.
— Aufzugskontrole 107.
— Einstellung 113.
— Elektromagnet 110.
— Farbekasten 109.
— Federtrommel 105, 107, 108.
— Fehler 114.
— Gehäuse 103.
— Hemmvorrichtung 108.
— Laufwerk 109.
— Papierführung 108.
— Räderwerk 103.
— Schreibhebel 111.
— Sperrvorrichtung 106.
— Triebfeder 105.
— Übertragung 114.
— Windfang 104.
Morsebetrieb, Schaltung für oberirdische Leitungen 149.
— für unterirdische Leitungen 155.
Morseschreiber 92.
Morseschrift 93.
Morsetaste, deutsche 97.
Muffen 666.
Muffenrohre 666, 700.
Multiplikator, Erfindung 10.
Münch, Übertrager 437.

Nachtschaltung 575.
Nadeltelegraph, von Schilling von Canstadt 10.
— von Cooke & Wheatstone 15.
Nebenschliessungen 745, 754.
Normalfarbschreiber 103.
Normalprofil 676.
Normalstrom für Morse und Klopfer 74.
Nottebohm, Blitzableiter 122.
— Relais 139.
Nummerschalter 531.

Oersted 9, 58.
Ohm, Einheit des Widerstandes 21, 47.
Ohmsches Gesetz 46.

Paraffinkabel 653, 672.
Patrouillenapparat 244.
Pedersen 610.
Pfahlkappe 620.
Phonisches Rad 298.
Photophon 611.
Plattenblitzableiter 123.
Poggendorff 11.
Polarisation 25.
Polarisationszellen 448, 503.
Polarisierter Doppelschreiber 161.
— Wecker 392.
Pole 23.
Pollak & Virag, Schnelltelegraph 180.
Polwechsler 576.
Porzellan-Doppelglocken 641.
Potential 45.
Potentialdifferenz 45.
Poulsen, Telephonograph 606.
Preece 656.
Prescott, Doppelgegensprechen 256.
Primärelemente 25.
Prüfdrähte 466.
Pulvermikrophon 370.
Puskás 610.
Pyramiden-Klappenschrank 597.

Quadruplextelegraphie 246.
Querträger 635.

Rathenau 301.
Regulieren der Leitungen 743.
Regulierstange, Regulierwinkel 694.
Reiner, Fernhörer 384.
Reis, Telephon 357.
Rekorder 163.
Rekorderschrift 164.
Relais, Cooke & Wheatstone 16, 138.
— deutsches polarisiertes 140.
— gewöhnliches 147.
— Morse 20, 138.
— polarisiertes mit drehbaren Kernen 142.
— — mit Flügelanker 144.
— — von Siemens 147.
— telephonisches 609.
Reliefschreiber 92.
Rellstab 609.
Reusser 6, 624.
Rheostaten 319.
Richtmagnet 64.
Righischer Strahlapparat 304.
Ritchie 10.
Röhrenkabel 653.
Rohrstränge 666.
Ronalds 7, 624.
Rowland, Typendrucker 292.
— Empfänger 295.
— Geber 293.
— Synchronismus 296.
Rufzeichenklinke 499.
Ruhekontakt 97.
Ruhestrom 80, 113.
Ruhestromleitung, Untersuchung 752, 755.
Ruhestromweckbetrieb 233.

Ruhmer 612.
Rysselberghe, van, gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen 264.

Saint Amand, de 10.
Salmiak 648.
Salva 6.
Sammler für Fernsprechbetrieb 40.
— — — Akkumulatorenfabrik Berlin 42.
— — — Böse 41.
— — — Bolle 42.
— — — Gülcher 42.
— — — Hartung (Thür. El.-G.) 40.
— — — Pollak 42.
Sammler für Telegraphenbetrieb 36.
— — — Böse 36.
— — — Elektrizitäts-Gesellschaft Gelnhausen 36.
— — — Akkumulatorenfabrik Berlin 37.
— — — Schaltung und Behandlung 37.
— — — Ladung mit Kupferelementen 39.
— — — Messungen 39.
— — — Unterhaltung 40.
Sammler für Vermittelungsanstalten 42.
Schäfersche Platte 306.
Schallkammer 229, 730.
Schaltungen für Morsebetrieb 149.
Schilling v. Canstadt Nadeltelegraph 10.
— — Kabel 624.
Schlammfang 701.
Schlussklappe 489.
Schlusszeichenapparat, automat. 502.
Schlusszeichenrelais 511.
Schmelzpatrone 404, 435.
Schmelzsicherungen 738.
Schneidenblitzableiter 123.
Schnelltelegraph von Delany 178.
— — Pollak und Virag 180.
— — Wheatstone 171.
Schreibhebel (Morse) 111.
— Einstellung für Arbeitsstrom 112.
— — — Ruhestrom 112.
Schreibtelegraphen 91.
Schwächungsanker 63.
Schweigger 9, 10.
Schwendler, Gegensprechen 247.
Seidenbandblitzableiter 126.
Sekundärelemente siehe Sammler 34.
Selbstinduktion 67, 81.
Shunt 322.
Sicherheitsgürtel 674.
Sicherheitsstange 674.
Sicherungskästchen (Blitzableiter) 406.
Siemens, Werner 92, 618, 624.
Siemens, Doppelsprechen 255.
Siemens-Einheit 47.
Siemens-Hufeisentelephon 359, 365.
Siemens & Halske, Mikrophon 370.
Signallampenschrank 553.
Simon, sprechender Flammenbogen 612.
Sinusbussole 64, 326, 330.
Sinus-Tangentenbussole 331.
Siphonrekorder 163.
Slaby 306, 316.
Slaby-Arco 311.
Smith, Doppelgegensprechen 256.
Sömmerings Telegraph 7.
Solidback 378.
Spannung „Begriff" 23.
Spannung der Leitungen 702.
Spannungsmesser 65.
— aperiodischer 332, 586.
Spektraltelegraph 1.
Spiegelgalvanometer 64.
— nach Deprez-d'Arsonval 340.
— — Thomson 339.
Spindelblitzableiter 236.
Spitzenblitzableiter 122, 123, 721.
Sprechender Flammenbogen 612.
Sprechgeschwindigkeit 90, 725.
Sprechstellenschaltungen 408.
Sprechtelegraphen 91, 226.
Sprechumschalter 500.
Sprechverständigung in Kabeln 656.
Springzeichenanruf 495, 499.
Stangenblitzableiter, Einfach- 127, 720.
— Vielfach- 129.
Stangen, Auswechseln 740.
— Geraderichten 740.
— Sicherungsmittel 742.
— Tiefersetzen 741.
— gekuppelte 689.
Stangenlöcher, Herstellung 681.
Stangenzubereitung 621, 629.
Stark, Doppelsprechen 255.
Starkströme, Schutz gegen 678.
Stationsblitzableiter 122.
Stearns, Gegensprechen 247.
Steingutröhren 669.
Steinheil, Schreibtelegraph 13.
Steinmetz 656.
Stimmgabeltelegraphie 246, 258.
Stock & Co., Mikrophon 372.
Stöhrer 18.
Stöpsel mit Schnur und Rollgewicht 474, 491.
Stöpselrheostat 319, 327.
Störungen in Arbeitsstromleitungen 748.
— innerhalb der Ämter 751.
— Betriebs- 746.
— durch Induktion 766.
— in Ruhestromleitungen 747.
— im Stadt-Fernsprechbetrieb 760.
— durch Starkströme 764.
Streben 647, 687, 690. 702.
Stromlieferung 576.
— Anlage Cöln 579.
— — München 587.
— — Wien 590.
Strommesser 65.
Stromrichtung 23.
Stromstärke 45.
Stromverbrauch, Kosten des 43.

Stromverlauf in Telegraphenleitungen 68.
Stromverzweigungen 51, 52.
Stromwender 323, 346.
Strowger-System 530.
Stützen 620, 633, 643.
Swaim 93.
Syntonismus 303.

Tangentenbussole 63.
Tank 723.
Tanne 628.
Taste 95.
— (Doppeltaste im Abfrageapparat) 433.
— Entladungs- 346.
— in Fernsprechgehäusen 403.
— mit federnden Kontakten 97.
— Kurzschluss- 346.
Tastenhebel 97.
Telefon Hirmondó 610.
Telegraphen, Einteilung 1, 91.
Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb, Anruf mittelst Induktion 234. 757.
— — — Anruf mittelst Pfeife 231.
— — — — — Ruhestrom 233.
Telegraphenstangen, eiserne 683.
Telegraphie, „Begriff" 1.
— durch die Erde oder das Wasser 300.
— ohne Drahtleitung 300.
Telephon, siehe Fernhörer 381.
Telephonie ohne Drahtleitung 611.
Telephonie, physikalische Grundlagen 360.
Telephonisches Relais 609.
Telephonkabel 652, 656.
Telephonograph 606.
Telephonzeitung 609, 610.
Tesla 302.
Thomson, Spiegelgalvanometer 339.
— Trogelement 165.
Thomson & Houston Reaktionstelephon 359.
Thomson, William, Heberschreiber 163.
Tischgehäuse 400.
Tommasina 306.
Tönen der Drähte 685, 697.
Transitschrank 569.
Trennrelais 510.
Trittbretter an Dachgestängen 686.
Trockenelemente 31.
Trogelemente 165.
Trommel für Bronzedraht 673.
Trouvé, Gruppentelephon 359.
Tunnelkabel 707.

Überführungskasten 717.
Überführungssäule 716.
Übertrager für Fernsprechleitungen 437.
Übertragung 139.
— Batterie 732.
— für Morse 151, 152, 156, 158.
— in Gegensprechleitungen 254.
U-förmige Stützen 643.
Umschaltegestänge 696.
Umschaltegestell 736.
Umschalter für Fernsprechleitungen 409. 412.
— — Telegraphenleitungen 131. 729.
— — Teilnehmerleitungen 469.
— — Verbindungsleitungen 478.
Undulator 169.
Universalmessinstrument 333.
Unterhaltung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen 740.
Unterseekabel 654.
— Instandsetzung 724.
— Verlegung 721.
Unterseetelephonkabel 626.
Untersuchungsstellen 677, 697.

Vaes, Gegensprechen 247.
Verbindungsklinken 466.
Vermittelungsanstalten, grössere 465.
— kleinere 418.
Verstärkung des Gestänges 687, 689.
Verteilungsumschalter 582.
Vibrator 165.
Vielfach-Gegensprechen, Mercadier 258.
Vielfachklinke 498. 508.
Vielfachumschalter.
— grosser, schrankförmiger für Doppelleitungen 481.
— kleiner, schrankförmiger für Doppelleitungen 468.
— in Tischform, für Doppelleitungen 481.
— — — — ankommende Stadtverbindungsleitungen 493.
— — — — Teilnehmerleitungen 486.
— — — — Vorortsverbindungsleitungen 493.
— — — mit gemeinsamer Anruf- und Mikrophonbatterie 521.
— — — mit Glühlampensignal (Western Electric Company) 505.
— — — mit Springzeichenanruf 495.
— — — System Kellog 529.
Volt, Einheit der EMK 22.
Voltmeter, siehe Spannungsmesser 65.
Vorschalteschrank 545, 553, 563.
Vulkanisierung 661.
Vulkanit 661.

Wachsdraht 671.
Wähler 531.
Wandgehäuse in Pultform 399.
— in Schrankform 399.
Wandleisten 728.
Watson 5.
Watt, Einheit der elektrischen Leistung 22.
Wechselstrom-Messbrücke 328.
Wechselstromtaste 100.
Wechseltaste, österreichische 99.
Wecker 392.
— gewöhnlicher 396.
— grosser Form 394.
— mit Fallscheibe 397.

Wecker polarisierter 408, 410, 412.
— — mit 1 Glocke 393.
— — mit 2 Glocken 392.
— — für Telegraphenleitungen zu Fernsprechbetrieb 235.
— zweiter 409.
Wecktaste 473, 490.
West, automatischer Umschalter 599.
Wheatstone 624.
Wheatstonesche Brücke 53.
— Brückenschaltung 166, 327.
— Telegraphensystem 177.
Wickellötstelle 691.
Widerstand, elektrischer 46, 646.
Widerstände, Graphit- 137.
— Manganindraht 137.
— künstliche 137.
Wiehlscher Schreibhebel 93.
Wietlisbach 365.
Winddruck 699.
Winkelstütze 621.
— Doppel- 639.
Winkler, Prof. 5.
Wireless Telegraph Co. 307.
Würgelötstelle 618.

Yeates, Telephon 358.

Zählwerk 515.
Zeigertelegraph, Cooke und Wheatstone 16.
— deutsche 16.
Zeitkonstante des Stromkreises 82.
Zeitmesser 546.
Zimmerleitung 728, 735, 737.
Zubereitung von Stangen 621, 629.
Zugseil 709.
Zweischnursystem 467.
Zwischenstelle in Fernleitungen zum Doppelsprechen 464.
— in einer Klopferleitung 230.
— in einer Morse-Ruhestromleitung 153, 752.
Zwischenstellen-Umschalter 416.
Zwischenträger 140.
Zwischenverteiler 513.







